



**DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL
COMO APOYO A LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA AURORA DEL
MAR**

Carlos Haleth Olivera Contreras

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Biomédica
Cartagena, Colombia
2022

DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL COMO APOYO A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA AURORA DEL MAR

Carlos Haleth Olivera Contreras

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

Director
M.Sc. Oscar Porto Solano

Línea de Investigación:
Ingeniería Clínica

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Biomédica
Cartagena, Colombia
2022

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Nombre del jurado No 1
Firma de Jurado

Nombre del jurado No 2
Firma de Jurado



Agradecimientos

Primeramente, quiero dar gracias a Jesucristo por haberme permitido realizar este proyecto, a mis padres Juan Carlos Olivera y Earlen Cristina Contreras por apoyarme y aconsejarme a lo largo de mi vida y así alcanzar esta meta; a mis hermanos Juan Lenart y Cristina Olivera por ser mis compañeros de vida, a mis compañeros, amigos y profesores de la universidad por ayudarme a crecer personal y profesionalmente, también dar las gracias al DJBR por ser ese soporte absoluto en los momentos más complicados y ayudarme a avanzar en el transcurso de estos cinco años. A si mismo quiero agradecer de forma general a todas las personas que me acompañaron en el transcurrir de toda la carrera que de una u otra manera me ayudaron a lograrlo, de manera especial a mi excompañero de estudio Ronald Fernando Orozco Reales (Q.E.P.D) con quien inicié este trabajo de grado

Carlos Haleth Olivera Contreras

Resumen

En el presente trabajo se le brinda una solución a la clínica AURORA DEL MAR el cual disminuye los efectos desfavorables debido a la falta de un protocolo eficiente en la gestión del mantenimiento preventivo de sus equipos médicos, la clínica AURORA DEL MAR, tiene dos sedes una ubicada en la carrera 19 #29c-132 en pie de la Popa Cartagena de Indias Bolívar Colombia, y la otra sede en la calle 26 #22-2 barrio la Manga Cartagena de Indias Bolívar Colombia; actualmente la clínica AURORA DEL MAR cuenta con un contrato por prestación de servicios que se renueva anualmente con la empresa PROGEMA, para el mantenimiento preventivo de sus equipos. Por ello para el mantenimiento de los dispositivos biomédicos se desarrolla un software en el que se genera ordenes de servicio para mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos, datos esperados y técnicos de los dispositivos.

La aplicación tiene los siguientes objetivos: Diseño e implementación de un sistema de soporte para la gestión del mantenimiento de dispositivos médicos a través de una aplicación móvil en la Clínica AURORA DEL MAR, donde se utiliza la base de datos de los dispositivos biomédicos de la Clínica AURORA DEL MAR, se recopilan datos a través del personal asistencial y se cuenta con el apoyo por parte de Hellen Guete Administradora de ambas sedes, como también con el apoyo de la empresa PROGEMA.

Con la implementación de la APP “GESBIO”, como resultado se logra el control de los datos de los equipos biomédicos, tales como clasificaciones de riesgo, ubicación o área de operatividad, reasignación de código interno, estado funcional a la fecha, alertas cronológicas para calibración, capacitaciones y un alto grado de satisfacción por parte de los usuarios.

Palabras clave: Dispositivos Móviles, Equipos Biomédicos, protocolo, clasificación, gestión, App.

Summary

In the present work a solution is provided to the AURORA DEL MAR clinic which reduces the unfavorable effects due to the lack of an efficient protocol in the management of preventive maintenance of its medical equipment, the AURORA DEL MAR clinic has two locations, one located at Carrera 19 #29c-132 at the foot of La Popa Cartagena de Indias Bolívar Colombia, and the other headquarters at Calle 26 #22-2 La Manga neighborhood Cartagena de Indias Bolívar Colombia; Currently, the AURORA DEL MAR clinic has a contract for the provision of services that is renewed annually with the company PROGEMA, for the preventive maintenance of its equipment, Annex 1. Therefore, for the maintenance of biomedical devices, software is developed that provides warnings of failure, annotations, expected and technical data of the devices.

What is proposed is achieved through the application of the following objectives: Design and implementation of a support system for the management of the maintenance of medical devices through a mobile application at the AURORA DEL MAR Clinic, where the database of the biomedical devices of the AURORA DEL MAR Clinic, data is collected through the care staff and has the support of Hellen Guete Administrator of both locations, as well as the support of the company PROGEMA, Annex 2. With which It manages to have the connection and internet permits, as well as the authorizations and use of the database. The APP is designed, which was called GESBIO (“Biomedical Procedures”).

In order to meet the objectives, the current state of the management of preventive maintenance of biomedical equipment in the AURORA DEL MAR clinic is determined, with which the weaknesses and strengths are determined, based on Resolution 3100 of 2019 and Decree 4725 of 2005. . The databases and resumes, inventories and other formats that are strengthened in the resolution and the aforementioned decree are redesigned, training is provided to the personnel in charge of the equipment on the use and the benefits obtained from the GESBIO application, a survey was applied to measure the degree of satisfaction through a simulation of the use of the GESBIO application.

With the implementation of the "GESBIO" APP, as a result, control of biomedical equipment data is achieved, such as risk classifications, location or area of operation, internal code

reassignment, functional status to date, chronological alerts for calibration, training and a high degree of user satisfaction.

Keywords: Mobile Devices, Biomedical Equipment, protocol, classification, management, App.

CONTENIDO

	Pág.
Agradecimientos	II
Resumen	III
Abstract	IV
Contenido	VI
Lista de figuras	VII
Lista de tablas	IX
Lista de gráficas	X
Lista de anexos	XI
Introducción	14
1. Capítulo 1.....	17
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2 Línea de investigación.....	19
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Justificación.....	20
1.5 Alcances.....	21
2. Capítulo 2.....	22
2.1 Estado del arte.....	22
2.1.1 Investigaciones y artículos.....	22
2.1.2 Productos.....	24
3. Capítulo 3.....	25
3.1 Marco legal.....	25

3.2	Marco teórico	27
3.2.1	Ingeniería biomédica	27
3.2.2	Ingeniería Clínica	28
3.2.3	Departamento de ingeniería clínica	29
3.2.4	Dispositivos médicos.....	29
3.2.5	Tipos de mantenimientos	30
3.2.6	Protocolo actual de mantenimiento de la clínica AURORA DEL MAR.	31
3.2.7	Equipo biomédico.....	32
3.2.8	Clasificación de los dispositivos médicos	33
3.2.9	Aplicación móvil GESBIO	34
4.	Capítulo 4.....	38
4.1	Hoja de vida de un equipo biomédico.....	38
4.2	Inventario de equipos biomédicos	39
4.3	Cronograma de mantenimiento de equipos biomédicos	40
4.4	Materiales y métodos	42
4.5	Metodología CDIO.....	44
4.6	Arquitectura del sistema GESBIO	46
5	Análisis de resultados	57
5.1.	Análisis del proceso de autoría interna con respecto al estándar de dotación de la resolución 3100 del 2019 con el uso del software GESBIO.	57
5.2.	Descripción de funcionamiento y formatos de la app GESBIO.....	58
5.2	Análisis estadístico del grado de satisfacción de los usuarios de la aplicación GESBIO.....	67
6.	Conclusiones y recomendaciones	79
6.1	Conclusiones.....	79
6.2	Recomendaciones.....	80

Lista de figuras

Figura 1: Campos que contiene la Ingeniería Biomédica.....	27
Figura 2: Interacción de un ingeniero Biomédico en un establecimiento de salud.....	28
Figura 3: Dispositivos médicos más comunes presentes en clínicas y hospitales.....	30
Figura 4: Tipos de mantenimiento.....	31
Figura 5: Base de datos.....	34
Figura 6: Arquitectura del sistema desarrollado.....	46
Figura 7: Creación de usuario (F1).....	47
Figura 8: Ingreso de usuario (F2).....	48
Figura 9: Consulta de inventario y creación de equipos (F3).....	49
Figura 10: Actualizar detalles en equipo e inventarios (F4).....	50
Figura 11: Traslado/préstamo/comentarios (F5).....	51
Figura 12: Hoja de vida (F6).....	52
Figura 13: Creación de ordenes (F7).....	53
Figura 14: Detalles de las ordenes (F8).....	54
Figura 15: Detalles recurrentes de las ordenes (F9).....	55
Figura 16: Ingreso a la App GESBIO.....	59
Figura 17: Ventana principal de la App GESBIO.....	59
Figura 18: Formulario para agregar equipos.....	59
Figura 19: Detalles del equipo y sus opciones.....	60
Figura 20: Vista formulario de hoja de vida.....	60
Figura 21: Registro histórico.....	61
Figura 22: Registro histórico y técnico de funcionamiento.....	61
Figura 23: Clasificación del equipo, frecuencias de mantenimiento y calibración.....	61
Figura 24: Registro de apoyo técnico.....	62
Figura 25: Hoja de vida previa.....	62
Figura 26: Cambio de localización de equipos.....	63
Figura 27: Agregar o crear orden de trabajo.....	63
Figura 28: Lista de orden de trabajo.....	63
Figura 29: Detalles de la orden de trabajo.....	64
Figura 30: Listado de equipos en donde se crean órdenes y se llenan reportes.....	64

Figura 31: Formulario de reporte.....	65
Figura 32: Vista previa del formulario de reporte	65
Figura 33: Socialización de las actividades	67
Figura 34: Capacitaciones a los usuarios del uso de la App GESBIO	68
Figura 35: Ingreso de usuario.....	89
Figura 36: Ventana principal.....	90
Figura 37: Formulario para agregar equipo.....	90
Figura 38: Detalles del equipo.....	91
Figura 39: Formulario de hoja de vida del equipo.....	91
Figura 40: Registro histórico.....	92
Figura 41: Registro histórico y técnico de funcionamiento.....	92
Figura 42: Clasificación del equipo, frecuencias de mantenimiento y calibración...92	
Figura 43: Registro de apoyo técnico.....	93
Figura 44: Vista previa de la hoja de vida.....	93
Figura 45: Formulario para actualizar la ubicación del equipo.....	94
Figura 46: Crear orden de trabajo.....	94
Figura 47: Ordenes pendientes.....	95
Figura 48: Detalles de la orden.....	95
Figura 49: Formato para reporte.....	96
Figura 50: Vista previa del reporte.....	97
Figura 51: Menú de usuario.....	97
Figura 52: Formato para ingresar la información del usuario.....	98
Figura 53: Menú de configuración.....	98
Figura 54: Menú cronograma.....	99

Lista de tablas

Tabla 1: Hoja de vida de un equipo biomédico.....	39
Tabla 2: Inventario actual clínica AURORA DEL MAR.....	40
Tabla 3: Cronograma de mantenimiento preventivo equipos médicos	42
Tabla 4: Ficha de caso 01. Procedimientos para la creación de usuarios.....	48
Tabla 5: Ingreso de usuario a la aplicación (F ₂).....	49
Tabla 6: Ficha de caso 03. Consulta de inventario y creación de equipos (F ₃).....	50
Tabla 7: Ficha de caso 04. Actualizar detalles en equipos e inventarios (F ₄).....	51
Tabla 8: Ficha de caso 05. Traslado/Préstamo/Comentarios (F ₅).....	52
Tabla 9: Ficha de caso 06. Hoja de vida (F ₆).....	53
Tabla 10: Ficha de caso 07. Creación de ordenes (F ₇).....	54
Tabla 11: Ficha de caso 08. Detalles de ordenes (F ₈).....	55
Tabla 12: Ficha de caso 09. Detalles recurrentes de las ordenes (F ₉).....	56
Tabla 13: Personal encargado del manejo de equipos médicos	69
Tabla 14: Genero.....	69
Tabla 15: Unidad donde labora.....	70
Tabla 16: Implementación de App GESBIO para manejo de información de los equipos biomédicos.....	71
Tabla 17: Practicidad y adaptación de GESBIO.....	72
Tabla 18: Facilidad y confiabilidad del submódulo de custodia de GESBIO.....	73
Tabla 19: Control eficiente en tiempo real de GESBIO.....	74
Tabla 20: Facilidad y confianza de consultas en DB de GESBIO.....	75
Tabla 21: Solución a las necesidades en el manejo de datos	76
Tabla 22: Alertas cronológicas de la App GESBIO.....	77
Tabla 23: Importancias de las alertas cronológicas.....	78

Lista de gráficos

Gráfico 1: Comparacion de porcentajes de cumplimiento de auditorias antes y despues de la implementacion del software GESBIO.....	58
Gráfico 2: Genero de las personas encuestadas.....	69
Gráfico 3: Unidad donde labora.....	70
Gráfico 4: Implementación de App GESBIO para manejo de información de los equipos biomédicos.....	71
Gráfico 5: Practicidad y adaptación de GESBIO.....	72
Gráfico 6: Facilidad y confiabilidad del submódulo de custodia de GESBIO.....	73
Gráfico 7: Control eficiente en tiempo real de GESBIO.....	74
Gráfico 8: Facilidad y confianza de consultas en DB de GESBIO.....	75
Gráfico 9: Solución a las necesidades en el manejo de datos.....	76
Gráfico 10: Alertas cronológicas de la App GESBIO.....	77
Gráfico 11: Importancias de las alertas cronológicas.....	78

Lista de anexos

ANEXO N°1: Contrato entre la clínica AURORA DEL MAR y PROGEMA.....	82
ANEXO N°2: Autorización y apoyo de PROGEMA para realizar los estudios.	83
ANEXO N°3: Ingenieros de PROGEMA responsables del mantenimiento de los equipos de la clínica AURORA DEL MAR.....	84
ANEXO N°4: Encuesta de satisfacción en formulario Google.....	85
ANEXO N°5: Auditoria interna realizada el 15 de julio de 2022.....	87
ANEXO N°6: Auditoria interna realizada el 3 de Octubre de 2022.....	88

Introducción

La Clínica AURORA DEL MAR brinda servicios médicos a pacientes individuales a través de un contrato con un especialista en cirugía plástica y reconstructiva., y ejecuta una planificación de mantenimiento preventivo de sus equipos biomédico (PMPEB), fundamentado en la Resolución 3100 de 2019¹ y el Decreto 4725 de 2005². El PMPEB es ejecutado mediante un contrato que se renueva anualmente por prestación de servicios con la empresa PROGEMA para el mantenimiento de sus equipos Biomédicos lo cual genera unos costos agregados, la empresa se encarga de realizar los servicios de mantenimientos preventivo de sus equipos y ofrecer un servicio de calidad a la clínica AURORA DEL MAR.

Un dispositivo biomédico es cualquier dispositivo, aparato, máquina o software destinado a la intervención en actividades asistenciales o aplicaciones clínicas (ABC de dispositivos médicos INVIMA 2013). Es importante conocer que estos poseen características que definen su nivel de complejidad, clasificación de riesgo, intercambio de energías con el paciente, grado de invasión en el organismo (Decreto 4725, por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, 2005). Debido a esto, los dispositivos biomédicos son esenciales para administrar y mantener el uso de dispositivos médicos. demanda tener una planificación de la gestión del mantenimiento, que cumplan con las normativas o estándares en el plan de mantenimiento preventivo, como se referencia en las normas internacionales ISO 55000:2014, y la ISO 55002:2018.

Gracias a la informática, han nacido paradigmas como los sistemas de gestión de dispositivos médicos computarizado (CMDMS), que se basa en el principio del sistema de gestión de mantenimiento computarizado CMMS (IBM,2020), tal como en el implementado en el Hospital Pathum Thani operado por una aplicación web y un conjunto de base de datos en el servidor del hospital (G. Courtois,2006). Este sistema permite elegir y diseñar automáticamente formularios de calibración y mantenimiento preventivo según los

¹ Resolución 3100 de 2019 del MinSalud, por la cual se definen los requisitos para habilitación de los servicios de salud

² Decreto 4725 de 2005 del MinSalud regula el sistema de registro médico, aprobaciones de comercialización y vigilancia de los dispositivos médicos de uso humano.

estándares exigidos por organismos de regulación local, además, puede realizar informes para cumplir con el estándar internacional del Joint Commission International (JCI, 2011)

En Colombia existen empresas que desarrollan, distribuyen y licencian software para el mantenimiento de dispositivos biomédicos como lo es una empresa de ingeniería de precisión., localizada en la ciudad de Medellín, cuya actividad comercial es proveer software para soporte técnico de dispositivos biomédicos, validaciones de resultados clínicos, sistemas de conexión digital imagenología, software de control de activos (Norman David, 2017). Por otro lado, tenemos a la empresa Zeus technology, dedicada al suministro de soluciones de sistema integrado, software que enlaza área financiera con área de servicio y otras transversales brindando un panorama de gestión general. En este caso se corrobora en que también proveen software de gestión del mantenimiento de dispositivos médicos de complejidad (Zeus Technology, 2020). Por último, tenemos a la empresa QSystem, cuyo oficio es gestionar a través de software el ciclo funcional y la gestión de los dispositivos biomédicos (Qsystem, 2019).

La Tendencia a mejorar el mantenimiento preventivo a través de una aplicación de apoyo a la gestión de mantenimiento preventivo de dispositivos biomédicos. no es ajeno a la clínica AURORA DEL MAR, por lo que en este proyecto se diseñó y desarrolló la aplicación móvil “GESBIO App”. Permitiendo una comunicación entre el personal asistencial, coordinación y la empresa PROGEMA en la que se proporciona una base de datos donde el cuerpo asistencial podrá acceder a hacer consultas, ver la cronología de mantenimiento y calibración, alertas para tales fechas, incluso comprobar el historial de fallas en un área o equipo, al igual que permisos, aprobaciones y acciones de seguimiento.

Se considera una solución para la clínica AURORA DEL MAR, todo desarrollo que brinde acceso eficiente que mejore los tiempos de consulta y manejo de información en temas de planeación de mantenimiento de equipos biomédicos. Este proyecto se ha desarrollado en 6 capítulos dispuestos de la siguiente manera: capítulo I, se elaboró el planteamiento del problema, así como la línea de investigación, los objetivos del proyecto, la justificación y el alcance. En el segundo capítulo, se presenta todo lo pertinente al estado del arte, patentes, artículos y productos que implican aplicaciones tecnológicas como la diseñada. En el tercer capítulo se exponen tanto el marco legal como el teórico. En el cuarto capítulo se presenta todo lo relacionado sobre la aplicación como su diseño, hoja de vida de los dispositivos biomédicos metodología, arquitectura y ficha técnica. En el capítulo 5 se realiza una prueba

piloto del funcionamiento de la aplicación GESBIO, con el fin de determinar su funcionalidad y el nivel de satisfacción de los usuarios sobre el cual se encuesta a estos usuarios, se realiza un análisis estadístico y se interpretan los resultados para realizar las respectivas recomendaciones y conclusiones que se presentan.

La implementación de la aplicación GESBIO, es de gran importancia en la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la clínica AURORA DEL MAR, ya que se mejora en cuanto organización, tiempo, costos y se tiene un control de los equipos en tiempo real, además esta disponible para todos los usuarios encargados del manejo de los equipos con lo que se mejora la comunicación entre ellos.

1. Capítulo 1

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente las clínicas y hospitales tienen en su inventario y en uso como mínimo decenas de equipos biomédicos, lo que supone la necesidad de un eficiente respaldo técnico. Sin embargo, mencionando como punto de referencia lo ocurrido en 1998, donde se indicaron por la superintendencia nacional de salud Instrucciones y procedimientos referentes a la gestión del mantenimiento de dispositivos biomédicos como MODELO DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN A EQUIPAMIENTO BIOMÉDICO". Lo que fue oportuno para mejorar las operaciones de mantenimiento que se realizaban a diario (Chavez Gomez, 2010). Sin embargo, desde la década de los 90 el ministerio de protección social tomó cartas en el asunto, dando ruta a la implementación de normas técnicas en el uso del equipamiento biomédico que si bien es cierto al inicio eran básicas, no es menos cierto que sería el impulso que trazaría un tren de mejoras que garantizan día a día una mejor atención y desempeño en el sector salud, como se estipulan en el artículo 13 del Decreto 2200 de 2005/ Decreto 2330 de 2006. A partir de los 90, casi 3 décadas después, el nivel de control de gestión del mantenimiento biomédico va mejorando lentamente, este aún se encuentra desproporcionado en comparación con los avances tecnológicos dispuestos, como es la tecnología remota, y las integraciones inalámbricas, para ser más exactos los presupuestos para el sector salud en Colombia, no se extienden para este tipo de avances (Salazar Florez et al, 2016), aunque desde el año 1994 hay mayor importancia en el Presupuesto General Anual de la República (Ministerio de Salud y Protección Social - Circular N°48 de 2022), para la manutención tecnológica de las instituciones públicas hospitalaria. Es notorio que, en casi todas las entidades de salud de nuestro país, aún no poseen de un Sistema Informático para la gestión Mantenimiento preventivo y correctivo de dispositivos biomédicos, teniendo en cuenta la normativa vigente y que este sistema informático les permita un acceso rápido de pronta y clara consulta. Las normas vigentes que acondicionan la adquisición y el uso del equipamiento biomédico, además de estar establecida de manera tacita en muchos casos pasa a ser interpretativa, a criterio de los distintos interventores o auditores que representan las IPS privadas u oficiales los cuales avalan el posible inicio de un contrato a la clínica AURORA DEL MAR y en su visita

exponen sus condiciones mostrando injerencia en la estructura organizacional de los datos como: inventario, hojas de vida, reportes de servicio, ficha de calibración etc.

Tal situación expone a muchas entidades de salud como sucede en la Clínica AURORA DEL MAR quienes deciden adoptar e implementar un software propio que le permita libertad de modificación, exclusividad y confidencialidad de datos en ambas sedes; tales aspectos motivaron la posible adquisición del software de casas comerciales, las cuales se mencionaron con anterioridad. Otro aspecto que ha complicado la aceptación de un software externo, es la modalidad de venta la cual por estrategia economía ofrece dos formas la primera es por venta total, lo cual es sumamente costoso y al tiempo el cliente es el encargado del dominio y mantenimiento de este software, pero que lo expone de igual forma a fallas informáticas, y adicional las actualizaciones tienen un valor, por lo que quizás es más asequible el arriendo, sin embargo en esta segunda forma de adquisición la cancelación mensual debe estar al día para contar con el respaldo del proveedor, lo que pone en riesgo cualquier asistencia inmediata de los datos teniendo en cuenta el estado económico de las instituciones en el sector de la salud.

La clínica AURORA DEL MAR requiere y decide sistematizar el plan de mantenimiento para evitar que se sigan presentando situaciones variadas, tales como: Falta de control en traslado de equipos, desconociendo donde quedan ubicados dichos equipos, ausente seguimiento de la recuperación funcional del equipo, dificultad en el acceso a los datos de historial (actualmente es archivo físico), carencia de evidencia formal en la entrega de custodia de equipos al finalizar turno. A diario, los informes de daños y otras consultas son enviados por la gerencia de atención por correo electrónico o llamada telefónica a los empleados de PROGEMA, o incluso de forma verbal, desconociendo en qué momento se dio el retorno de los equipos que estaban en mantenimiento (Del castillo Góngora, 2018). Por otro lado. Teniendo en cuenta el aumento de usuarios que utilizan dispositivos móviles y el aumento en la variedad de aplicaciones móviles, surge la iniciativa de este trabajo de investigación de desarrollar una aplicación móvil para el reporte de daños a dispositivos médicos. y otras gestiones donde el recurso humano calificado podrá notificar los inconvenientes que se presenten en su servicio en tiempo real y con un sistema que garantiza el registro de la alerta. Se mejorarán tiempos de respuesta a los llamados por servicio técnico, estrechar el contacto con el estado de los dispositivos y optimizar la accesibilidad a los datos e historiales de los mismos, tal como: dato de equipos

mantenimiento preventivo, equipos en custodia, equipos para baja, ubicación de los equipos dentro de la clínica, nivel de capacitación del personal asistencial, entre otros.

El proyecto propone el desarrollo de un prototipo funcional para dar soporte al proceso de mantenimiento y gestión de los equipos biomédicos para la clínica AURORA DEL MAR mediante el uso de aplicaciones móviles; por lo que se implementa un prototipo funcional que además de la información del arreglo tanto preventivo como correctivo, suministra alertas de fallas, anotaciones, pendientes y datos técnicos de los dispositivos.

En este orden, el proyecto trata de dar respuesta a la pregunta: ¿cómo mejorar la gestión del mantenimiento de los equipos médicos de la clínica AURORA DEL MAR mediante el desarrollo de una aplicación móvil?

1.2 Línea de investigación

Este trabajo de investigación se enmarca en la dirección de investigación clínica y técnica propia del sector de la salud, ya que tiene como objetivo mejorar los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos biomédicos en el ámbito sanitario, teniendo en cuenta varios factores como la eficiencia y la eficacia de la aplicación. Los protocolos y estándares establecidos en la Clínica AURORA DEL MAR, basados en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), garantizan la mejor prestación de servicios en el campo de la salud.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un aplicativo web para el modelo de sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos según Decreto 4725 de 2005 y Resolución 3100 de 2019, para la clínica Aurora del Mar.

1.3.2 Objetivos específicos

- Definir los requerimientos de la clínica AURORA DEL MAR para el diseño del software de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos de acuerdo al Decreto 4725 de 2005 y Resolución 3100 de 2019.
- Implementar un prototipo del aplicativo web fundamentado en la plataforma Api Rest que permita mejorar el sistema de gestión de mantenimiento de los dispositivos biomédicos
- Evaluar la funcionalidad del prototipo implementado y el modelo de gestión propuesto a través de pruebas de campo, como sondeos y consultas inter asistenciales con apoyo del personal asistencial, la empresa PROGEMA y la administradora de la clínica AURORA DEL MAR.

1.4 Justificación

Es evidente la influencia que hace la tecnología informática en el área de la salud, además de la confianza que disponen las clínicas y hospitales en los modelos de gestión del mantenimiento, dado que es una herramienta de apoyo normativo para el usuario de los dispositivos médico y el personal de soporte técnico en el proceso de desarrollo, control y orientación de un Programa de Mantenimiento [14] por lo cual se desarrolló un sistema que optimiza la gestión de mantenimiento de equipos biomédicos, por lo que se diseñó y desarrolló la aplicación móvil “GESBIO App”. La dispuesta comunicación que brindará “GESBIO App” entre el personal asistencial y el departamento biomédico proporcionará una base de datos donde el cuerpo asistencial podrá acceder a hacer consultas, ver la cronología de mantenimiento y calibración, alertas para tales fechas, incluso comprobar el historial de fallas en un área o equipo, al igual que permisos, aprobaciones y acciones de seguimiento, todo lo anterior Cumpliendo con la normativa colombiana de tecno vigilancia (Decreto 4725 de 2005 y Resolución 3100 de 2019).

Se está considerando una solución para la Clínica Aurora del Mar, cualquier desarrollo que brinde acceso eficiente, mejora del tiempo de consulta y manejo de la información para la gestión del mantenimiento de dispositivos biomédicos será apoyado por la coordinación, personal de apoyo y PROGEMA.

1.5 Alcances

En el presente proyecto se desarrolló una herramienta que facilita el sistema de gestión del mantenimiento para equipos biomédicos mediante la aplicación móvil “GESBIO App”, en la clínica AURORA DEL MAR en donde se logra mejorar los procedimientos del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de sus dispositivos biomédicos en los dos quirófanos y el consultorio, en donde se desarrollaron una serie de acciones principales mediante la recolección de información que permitió determinar las especificaciones y requerimientos funcionales, así como la opción tecnológica más favorable para el desarrollo de la aplicación móvil, así como su elaboración e implementación. El desarrollo de esta aplicación no implica por parte del autor de este proyecto realizar el mantenimiento ni la realización de actualizaciones del software.

2. Capítulo 2

2.1 Estado del arte

Esta sección incluye un resumen de los resultados de investigación, artículos y productos sobre el tema de este proyecto de investigación, en particular, el desarrollo de aplicaciones y software de aplicación para ser implementado en el campo de la salud para mejorar las acciones preventivas y correctivas. mantenimiento de equipos médicos.

2.1.1 Investigaciones y artículos

Danna Quiram, Sebastián Zambrano, 2021. En su tesis de ingeniería biomédica en la Universidad Antonio Nariño (UAN), titulada “Desarrollo de una aplicación informática para apoyar el proceso de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la E.S.E. Susana López de Valencia.” cuyo objetivo principal fue realizar el diseño de una aplicación para implementar protocolos de mantenimiento preventivo de dispositivos biomédicos en la UCI pediátrica del Hospital ESE Susana López de Valencia, Popayán (Cáuca). Este proyecto define los requisitos técnicos y funcionales de una aplicación de software diseñada para ayudar en el desarrollo de los mantenimientos preventivos de equipos médicos críticos en la UCI pediátrica del Hospital Susana López de Valencia, así como implantación y validación de aplicaciones informáticas en la metodología de procedimientos de mantenimiento preventivo implementados en el hospital, aplicaciones digitales de formatos de contrato y un cronograma de mantenimiento durante cada año, considerando las recomendaciones hechas por el personal biomédico de la institución que son los encargados de utilizar la APP MEQBI, los resultados muestran que la posesión oportuna y lógica de esta herramienta para el programa de mantenimiento preventivo de dispositivos biomédicos del área de UCIP de HSLV. Por último, Las pruebas de utilidad y práctica de los usuarios demostraron las ventajas y el impacto del presente proyecto en el desarrollo de los responsables del mantenimiento de los dispositivos biomédicos. Como resultado de las pruebas con ingenieros biomédicos, se encontró que el uso de MEQBI fue

más rápido en la UCIP durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo para dispositivos biomédicos. El personal de enfermería y los equipos de apoyo biomédico han recibido consejos para el futuro del trabajo, lo que beneficia enormemente a quienes utilizan la aplicación móvil adecuada. Con base en las encuestas realizadas y las experiencias del personal asistencial y técnico que utilizan la aplicación móvil, se puede concluir que el mayor impacto es una reducción en el tiempo de mantenimiento e implementación del protocolo. Se han observado dificultades en la estandarización entre tablas de mantenimiento para diferentes protocolos de dispositivos biomédicos y, por lo tanto, estos modelos se estandarizaron en un formato único para el protocolo. Se recomienda mantenimiento preventivo. Debido a la arquitectura utilizada y el diseño de la aplicación, se puede implementar en todos los servicios que brinda el hospital para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos biomédicos en toda la institución.

Juan Estrada Pedro Cifuentes, 2011. En su proyecto de investigación "Mantenimiento de Equipos Médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Noel", realiza una pasantía en la Universidad Autónoma de Occidente para obtener el título de Ingeniero Biomédico y se dedica a la organización y mantenimiento de equipos médico/hospitalarios. . La Fundación Clínica Infantil Club Noel actualiza el inventario físico y las capacidades de los equipos médicos y hospitalarios, actualiza el inventario de mantenimiento y los procedimientos de prueba de los equipos médicos y brinda mantenimiento preventivo a los equipos médicos. También revisamos las instrucciones de trabajo considerando los requisitos y partes del modelo base, creamos un plan anual de mantenimiento de dispositivos médicos en función del riesgo y definimos cuantificar el proceso de gestión de mantenimiento. Se tiene previsto establecer un plan anual basado en riesgos para el mantenimiento del equipo médico y actualizar el inventario físico y funcional del equipo médico y hospitalario del establecimiento.

Ana Cabrera, Lina Gómez, 2017. "Propuesta de sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos". Propone un realizar un proceso de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos un centro hospitalario en Valle del Cauca, para monitorear la disponibilidad de los equipos en tiempo real. Realizar análisis de aseguramiento para diagnosticar el estado actual de los dispositivos médicos: mantenimiento de dispositivos biomédicos en establecimientos de salud,

identificando los factores operativos, administrativos y logísticos utilizados para determinar las falencias actuales en el sistema de gestión, la propuesta propone una mejor gestión de los proceso de mantenimiento de los equipos biomédicos para garantizar la seguridad del paciente, disponibilidad y confiabilidad de los equipos hospitalarios, la verificación de la propuesta se realiza a través de un modelo de simulación de eventos individuales, aquí se demuestra el costo-beneficio de los nuevos controles de mantenimiento para demostrar el impacto económico que genera la aplicación propuesta. en este proyecto, etc.

2.1.2 Productos

Entre algunos de los productos que circulan en el mercado tenemos:

- **Fractal:** Con este software se puede realizar mantenimiento y gestionar los activos físicos por medio de IOT en la gestión del mantenimiento preventivo a tiempo, esta aplicación funciona en su totalidad en la nube, sin la necesidad de descargar o instalar software, se actualiza automáticamente, y se puede aplicar a empresas de cualquier tamaño (Fractal, software CMMS líder en gestión de mantenimiento, 2021).
- **Odoo:** Computa una serie de estadísticas con la que se planifica el mantenimiento preventivo en el que se incluyen los plazos medios entre fallos (MTBF) y de reparación (MTTR), así como las fechas programadas para el próximo año, con Odoo. La tecnología de medición y los procesos de mantenimiento preventivo están automatizados (Open Source ERP and CRM, 2021).
- **SoftExpert EAM:** Se optimiza el desempeño y el uso de los activos manteniendo su operación de acuerdo con sus parámetros, reduce los costos de operación y energía, es más eficiente en la identificación de problemas. Las empresas pueden desarrollar planes de metrología y control de calidad de los instrumentos, mantenimiento de activos mejorando la eficiencia de los equipos y su operación (SoftExpert Software-conformidad, innovación y transformación digital,2021).

3. Capítulo 3

3.1 Marco legal

Por ley, incluye:

La norma ISO 55000, presenta los principios y las definiciones que se aplican en la gestión de inventario y activos de una forma general.

La norma ISO 55001, se especifican los requerimientos necesarios para realizar la implementación y mejora en el sistema de gestión de inventario y activos.

La norma ISO 55002, es la guía por excelencia en cuanto a la implementación del sistema de Gestión de Activos de acuerdo a ISO 55001.

Decreto N° 4725 de 2005, por el que se regula el sistema de registro sanitario, autorización de comercialización y procesos de registro sanitario de los dispositivos médicos de uso humano (Decreto N° 4725 de 2005).

La Resolución 3100 de 2019 estipula el proceso y las condiciones necesarias para el registro de las IPS y aprueba el Manual de registro de prestadores de servicios y elegibilidad para prestar servicios médicos (Resolución 3100 de 2019).

Resolución 1043 de 2006. Según la resolución, los prestadores de servicios deben cumplir con las condiciones de prestación del servicio y realizar auditorías para mejorar la calidad de la atención, y se han dictado otras normas de implementación (Resolución 1043, 2006).

Resolución 1445 2006. Lineamientos básicos para la definición de estándares de sistemas Certificación única de unidades asistenciales (Ministerio de Seguridad Social, 2014). En la norma de gestión del entorno físico, la cláusula 3 trata de la seguridad del espacio físico y la gestión del equipo médico, Requisitos para la retención de información e investigación de accidentes, incidentes o fallas que ocurren durante el uso. Además de un programa de limpieza adecuado. Esta información debe ser parte del componente de recuperación técnica y mantenimiento preventivo de las aplicaciones o software de gestión de mantenimiento. En el estándar de gestión de sistemas de TI, la cláusula 7 se refiere a tener un proceso que permita la integración de la información de gestión y atención, incluidas todas las actividades relacionadas con el mantenimiento, por lo que todos los IPS deben tener un software de mantenimiento que permita una minería de datos eficiente para generar requisitos e información de interfaz. Necesarios para estos fines.

Ley 1581 de 2012 de protección de datos personales - Hábeas data en Colombia. Dado que este software procesa los datos personales de las personas que lo utilizan, debemos recordar que hay que proteger estos datos personales para restringir el acceso a personas no autorizadas. (Ley N° 1581 de 2012).

La Ley No. 100 de 1993 estableció un sistema integral de seguridad social y promulgó otras leyes. (Ley 100 de 1993)

El Decreto 1769 de 1994 establece las pautas básicas para asignar y uso de los fondos, 5% del presupuesto total, para el mantenimiento de la infraestructura y el personal hospitalario. (Ley 1769 de 1994) Un solo Súper Aviso de Salud informando los planes de mantenimiento hospitalario y los recursos de retención de personal.

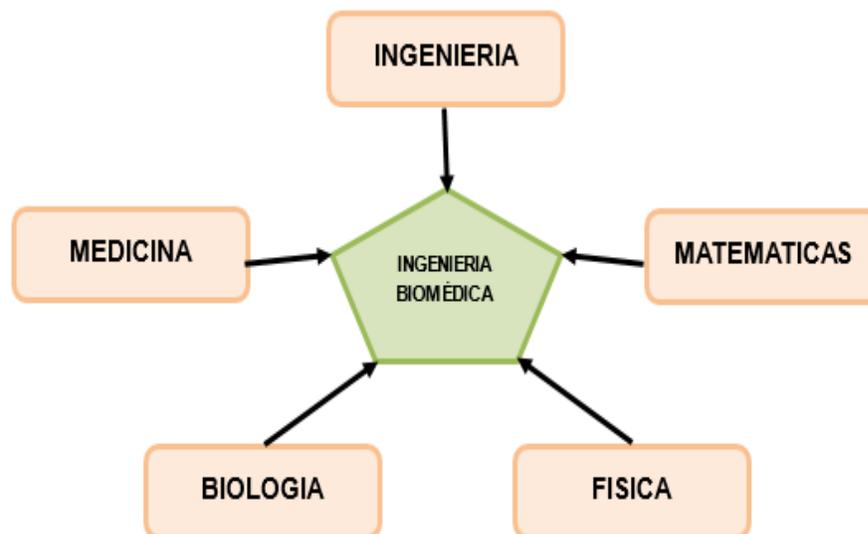
3.2 Marco teórico

3.2.1 Ingeniería biomédica

La ingeniería biomédica es el campo de la ingeniería que aplica los principios de la ingeniería al campo de la medicina. Su experiencia está en el diseño y fabricación de dispositivos médicos como prótesis, dispositivos de diagnóstico, imágenes y procedimientos médicos, también administra recursos técnicos relacionados con sistemas clínicos, combina el conocimiento técnico con los requerimientos de las instituciones o personal médico para beneficio en el campo de la salud.

La ingeniería biomédica es un programa académico que integra ingeniería, medicina y física para acelerar los avances científicos y tecnológicos en medicina y biología. Su actividad consiste en desarrollar tecnologías y aplicaciones clínicas mediante métodos matemáticos y experimentales. (Gismondi, 2010), en la figura 1 se presenta un esquema de los campos que abarca la Ingeniería Biomédica.

Figura 1. Campos que contiene la Ingeniería Biomédica



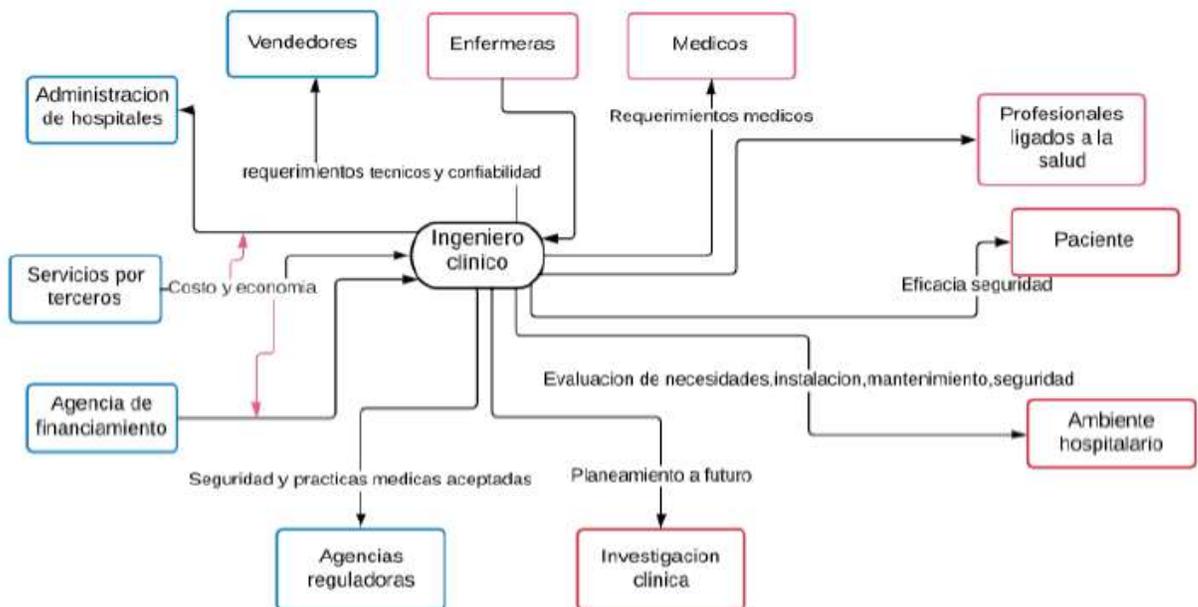
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Ingeniería Clínica

La ingeniería clínica es una disciplina de la ingeniería biomédica cuya misión es encontrar posibles mejoras en el entorno hospitalario a través del conocimiento y la práctica de los procedimientos y protocolos de ingeniería médica y gestión de la tecnología con el fin de brindar una atención de calidad a un costo razonable y garantizar la seguridad del paciente. (Roma y Vilcahuamán, 2010)

La industria medica reciben el apoyo de los ingenieros clínicos, con el fin de satisfacer sus necesidades con lo que se aseguran nuevos productos y dispositivos médicos eficientes y eficaz, los ingenieros clínicos también participan en el desarrollo de los diseños, servicios y ventas de estos nuevos productos, los ingenieros clínicos trabajan de la mano con el personal asistencial en salud, en la calificación de estos nuevos productos y generar ideas en los procedimientos clínicos, con el fin de cubrir las necesidades de los profesionales en la salud, y prestar un servicio de calidad a sus pacientes con el menor riesgo en su atención. En la siguiente figura se representa la interacción entre los ingenieros clínicos y el entorno de atención al paciente.

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



Fuente: Danna Quirama, Sebastian Zambrano, 2021.

3.2.3 Departamento de ingeniería clínica

El departamento de soporte técnico e ingeniería clínica está conformado por personal técnico en gestión y operaciones en mantenimiento de equipos médicos, con el fin de mejorar la calidad de la entidad de salud, aumentar la seguridad y reducir Costos asociados con dichos dispositivos y los servicios que se prestan.

El departamento está compuesto por un grupo de técnicos e ingenieros formados en desarrollo de la gestión tecnológica, prevenir los riesgos o fallas, generar empleos, gerentes, médicos, gerentes de capacitación de enfermería, abastecimiento de nuevos bienes y técnicos para trabajar y formarse. Se contratan nuevos técnicos para manejar trabajos con el departamento de ingeniería. Los hospitales ayudan a aumentar el valor de los servicios médicos. (Román, Will Kavarman, 2010).

La clínica AURORA DEL MAR no cuenta con un departamento de ingeniería clínica, en su defecto tiene mediante contrato a la empresa PROGEMA para suplir estas necesidades, la cual se encarga del mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y en la gestión del proceso de mantenimiento de los equipos biomédicos.

3.2.4 Dispositivos médicos

Es cualquier herramienta, dispositivo, equipo, software, dispositivo biomédico u otros productos parecidos o relacionados, utilizados de forma independiente o en conjunto, incluidos las piezas, componentes, accesorios, eventos y sus programas informáticos que interfieren en su adecuada aplicación, destinados al consumo humano por el fabricante (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021). Estos dispositivos médicos se usan con el fin de;

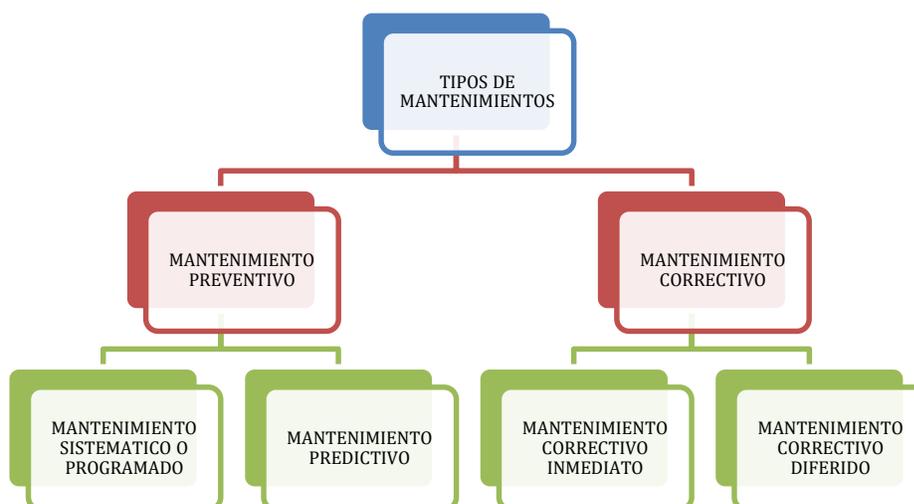
- Diagnosticar, prevenir, controlar o aliviar enfermedades.
- Diagnosticar, prevenir, monitorear, tratar, mitigar o compensar lesiones o daños.
- Investigar, reemplazar, modificar o apoyar estructuras anatómicas o procesos fisiológicos.

de vida de los componentes y las recomendaciones del fabricante, con el fin de que se asegure el buen funcionamiento de los equipos (OMS, 2012).

- **Mantenimiento preventivo:** Se realiza para prolongar la vida útil de los equipos médicos, incluye operaciones de mantenimientos específicos (Lubricación, limpieza, reemplazar componentes), por lo general las recomendaciones del fabricante son las que establecen los intervalos de tiempo para realizar este tipo de mantenimiento. (OMS, 2012).
- **Mantenimiento correctivo:** Con este mantenimiento se realiza un proceso de reparación o corrección de errores, garantizando el funcionamiento de un dispositivo después de una falla, por lo que se considera sinónimo de reparación (OMS, 2012).

En la siguiente figura se presenta la clasificación de los tipos de mantenimientos con sus subdivisiones.

Figura 4: Tipos de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 Protocolo actual de mantenimiento de la clínica AURORA DEL MAR.

Consiste en el mantenimiento de la dotación de equipos biomédicos, el cual se aplica a todas las dotaciones de equipos instalados en la clínica, cuyo objetivo es ejecutar los

mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos médicos, en donde se establecen las directrices para la gestión y solicitud de mantenimiento, como son la ejecución y seguimiento de cronograma de mantenimiento preventivo interno y externo, reportar fallas o solicitudes de mantenimiento correctivo por parte del personal asistencial o solicitud de revisión de equipos, rotulación de equipos en mal funcionamiento, limpieza y asepsia previa a revisión de los equipos, ejecución de actividades de mantenimiento y revisión de los equipos y las herramientas utilizadas así como las barreras de seguridad de personal de ingeniería biomédica/auxiliares de mantenimiento, se registran los formatos de reporte de servicio técnico y el recibido a satisfacción del personal asistencial, los responsables de llevar a cabo este protocolo son el coordinador de mantenimiento de equipos biomédicos, el auxiliar de mantenimiento y el personal asistencial, de la empresa PROGEMA ver ANEXO 3

3.2.7 Equipo biomédico

Los dispositivos médicos eficaces y funcionales que contienen componentes y subcomponentes eléctricos, electrónicos, neumáticos o hidráulicos, que estén inmersos en los programas informáticos que impiden su funcionamiento normal, están destinados por el fabricante a la prevención, el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una persona. Dispositivos biomédicos no médicos y/o productos médicos para ser implantados en el cuerpo humano, productos médicos desechables. (Departamento de Salud y Protección Social, 2021).

El mantenimiento de equipos biomédicos se realiza a través de actividades de gestión de ingeniería para evitar eventos y accidentes no deseados, restaurar la salud del equipo, garantizar el uso del equipo, extender la vida útil y, de alguna manera, crear una estrategia de mantenimiento y protección, todo basado en las instrucciones del fabricante. Para garantizar la seguridad de los pacientes y el personal en las instalaciones médicas.

3.2.8 Clasificación de los dispositivos médicos

Los dispositivos médicos se consideran una parte fundamental del sistema de salud y los beneficios que pueden aportar seguirán aumentando, ya que son fundamentales para prevenir, diagnosticar, tratar y la recuperar a los pacientes de las enfermedades. Los pasos involucrados en la fabricación, instalación, planificación, prueba, abastecimiento y gestión de equipos y tecnología médica son complejos pero críticos para la calidad, la seguridad y la sostenibilidad ambiental.

Los fabricantes clasifican los dispositivos médicos con base en la amenaza potencial de usar el dispositivo y el daño potencial, una combinación de múltiples criterios como la duración de la exposición física, el nivel de exposición, los efectos invasivos y los efectos locales versus sistémicos (INVIMA, 2013, de conformidad con el Decreto No. .4725 de 2005).

En Colombia los dispositivos médicos se clasifican según el grado de riesgo asociado a su uso, el cual cuenta con cuatro niveles.

- **Clase I.** Estos son dispositivos médicos que presentan un bajo riesgo y no son destinados a proteger o sustentar la vida, o al utilizarlos previene el deterioro de la salud humana y no constituye una amenaza potencial de enfermedad o lesión (INVIMA, 2013, según Decreto N° 4725 de 2005).
- **Clase IIA.** Son productos sanitarios de riesgo medio y deben ser especialmente controlados se ha demostrado su seguridad y eficacia en la etapa de producción (INVIMA, 2013, según Decreto N° 4725 de 2005).
- **Clase IIB.** Estos son los dispositivos médicos de alto riesgo que siguen: Desarrollado y fabricado para garantizar su seguridad y eficacia (INVIMA, 2013, según Decreto N° 4725 de 2005).
- **Clase III.** Son dispositivos médicos de alto riesgo especialmente controlados, destinados a proteger o sustentar la vida, o a utilizar para evitar el deterioro de la salud humana o el peligro potencial en caso de uso Enfermedad o lesión (INVIMA, 2013. según Decreto N° 4725 de 2005).

3.2.9 Aplicación móvil GESBIO

Base de datos

Nace de la necesidad de almacenar y preservar la información contra el deterioro por el transcurrir del tiempo y del uso, con el fin de poder acudir a ella posteriormente de una forma organizada, segura es decir con eficiencia y eficacia. En este sentido con el avance de la tecnología en la electrónica y la computación se tiene al alcance un elemento tecnológico necesarios para organizar y almacenar enormes cantidades de información en espacios físicos pequeños y limitados gracias al uso de señales eléctricas o magnéticas (Concepto, 2021).

Toda base de datos está conformada por:

- **Registro:** Unidad pequeña que representa una característica de un objeto o individuo.
- **Archivos:** Es la sección en donde se guardan todos los registros.
- **Campos:** Es la sección en donde todos los archivos son almacenados de forma ordenada

Figura 5: Base de datos.



Fuente: Elaboración propia

Api Rest

Es una interfaz en donde se programan las aplicaciones de transferencia de estado representacional, la cual se conoce como servicio web. Rest Api. Se entiende que cuando

se llama a una Api Restful, el servidor *transmite la representación* de los recursos solicitados al *estado* en el sistema del cliente.

La Api Rest es una interfaz que permite que dos sistemas informáticos intercambien información de forma segura a través de Internet. La gran mayoría de las aplicaciones comerciales necesitan interactuar con otras aplicaciones internas o de terceros para realizar diversas operaciones o tareas.

Características de la Api Rest.

Las siguientes características de la Api Rest, la transforma en la integración de datos y aplicaciones más eficiente.

- Excelente escalabilidad
- Flexibilidad y portabilidad
- Independencia

Diseño de la Api Rest.

El diseño de la Api se basa en seis principios Rest, los cuales son:

- **Servidor cliente:** El servidor y el cliente deben estar separados es decir que se tiene que facilitar un desarrollo entre el cliente y el servidor de manera independiente, para que se mejore la capacidad y la administración en varias plataformas, lo que aumenta la escalabilidad y optimiza los componentes del servidor.
- **Apátrida:** No contiene estado, por lo que las llamadas puedan realizarse de forma independiente, así se incluyan los datos indispensables para completarse de manera efectiva.
- **Caché:** Al administrar grandes cantidades de llamada en ambas direcciones entrantes y salientes, se debe guardar datos, por lo que la información dentro de una respuesta debe estar categorizados de manera indirecta, como almacenables o no almacenables.
- **Interfaz uniforme:** La interfaz debe estar unificada con el fin de poder sacar a un cliente del servidor de una forma práctica, lo que permita realizar un desarrollo o diseño propio de la aplicación sin modificar los servicios, modelos y acciones a la Api, con lo que se mejora toda la arquitectura del sistema y la comunicación. Los

principios Rest se definen por cuatro controles de interfaz, como son la gestión y la identificación de recursos por medio de representaciones, comunicaciones autodescriptivas e hipertexto como motor del estado de la aplicación.

- **Sistema de capas:** Api Rest está constituido por varias capas que operan en conjunto permitiendo la construcción de una cadena de mando que permita generar una aplicación más trabajable y flexible, por lo que tiene una gran seguridad a la vez que un equilibrio de las cargas y ofrece cachés compartidos.
- **Código bajo demanda:** Permite que los applets o la codificación se realice o comuniquen a través de la Api utilizada dentro de la misma aplicación.

Interfaz de programación.

La interfaz de programación Api se refiere a parte de un modelo de plug-in que se usan para agregar aplicaciones nuevas sin interferir con las aplicaciones existentes, por lo que la hace una interfaz en donde se procesa la información de la aplicación entre un navegador y su servidor web, todos los servicios web son Api, pero no todas las Apis son servicios web.

Lenguaje de programación.

Es un lenguaje informático diseñado para describir una serie de operaciones secuenciales o instrucciones que debe realizar una computadora. Actualmente existen más de 680 lenguajes de programación, los más utilizados son Python, Php, Java, C++ e Internet.

La nube.

Es una plataforma a la cual se accede a través de internet, esta plataforma es utilizada mundialmente, la nube está conformada por varios servidores, software y bases de datos de gran capacidad que se ejecutan en los servidores.

Php.

Es el lenguaje de programación con el cual se desarrollan aplicaciones web, es de código abierto muy popular, este lenguaje de programación facilita la conectividad entre los servidores y la interfaz del usuario.

GESBIO

La aplicación móvil GESBIO, utilizará una interfaz de programación de aplicación para el tráfico de información la cual es Api Rest, el termino Rest al no ser una arquitectura de software es un conjunto de restricciones con la que se puede crear una arquitectura especifica de software la cual puede usarse para crear aplicaciones web respetando http.

La aplicación se apoya en dos lenguajes de programación uno compilado y otro interpretativo, este último se ejecuta en el GO de manera compilada, mientras en el Php Phyton se maneja de forma interpretativa, la aplicación además de que se puede obtener la información en un solo documento sin tener que hacer consultas, también ofrece mejores presentaciones, como Php, Node o Phyton node, lo que lo hace más practico en respuesta y es un lenguaje moderno, comparado con los otros lenguajes y al ser compilado solo se necesita el binario (ejecutable) para funcionar. GO, busca cambiar por temas de performance, el diseño de Go es de buena velocidad, teniendo en cuenta que los otros lenguajes como Runnig, elipsys, son más condicionados, Go actualmente es un lenguaje que demanda mucho uso en países del occidente. Se conoce lo esencial de Php, pero la tendencia de Php da un performance más limitado.

Go Definido como un sistema de base de datos NoSQL, orientado a documentos y de código abierto principalmente da flexibilidad para agregar o quitar campos, se podría utilizar MySQL o Postgresql, estos no se utilizaron, porque se necesita agregar quitar campos. Anotar nombre marca u otro tipo de información, agregar cualquier otra información es más sencillo en Mongo DB, pues no se necesita definir de antemano los campos que se requieren en MySQL.

Otras razones para utilizar mongo DB, es sencillo ya que es tipado estáticamente tiene un buen manejo de errores, da un binario que solo lo usas en la máquina que quieras y listo.

4. Capítulo 4

En este capítulo se describe todo lo referente a la creación del Software GESBIO, por lo que se realizó como primera medida un estudio de las condiciones actuales en que se encontraba la Clínica AURORA DEL MAR, en cuanto a sus protocolos en la gestión de mantenimiento de sus equipos biomédicos.

4.1 Hoja de vida de un equipo biomédico

Es un registro permanente de información crítica y es específico para trabajos de mantenimiento, reparación o ajuste realizados en equipos médicos y biomédicos. La clínica AURORA DEL MAR planifica el mantenimiento anual basado en el historial del dispositivo biomédico. Esto se debe a que el historial del dispositivo para realizar este programa de mantenimiento anual requiere este tipo de estudio durante el desarrollo de la aplicación. Esto se debe a que se registra con los datos. El historial del dispositivo identifica áreas importantes y esenciales, la siguiente tabla proporciona una descripción general del equipo biomédico actualmente en uso en la clínica AURORA DEL MAR según lo especificado en los Capítulos 4.4 y 4.5 de la Resolución 3100 del 25 de noviembre de 2019.

Tabla 1: Hoja de vida de un equipo biomédico.

		DEPARTAMENTO:	NP					
		CIUDAD:	NP					
		DIRECCION:	NP					
DEFINICION :Una bomba de infusión inyecta fluidos, medicación o nutrientes en el sistema circulatorio del paciente. Generalmente su uso es intravenoso, sin embargo infusiones subcutánea, arteriales y epidurales se utilizan ocasionalmente.								
UBICACIÓN								
DEPENDENCIA: CIRUGÍA			ESPACIO: CIRUGÍA					
REGISTRO HISTORICO								
BOMBA DE INFUSIÓN								
INVENTARIO:	NP	MARCA:	NP	REPRESENTANTE:	NP			
FECHA DE COMPRA:	NP	MODELO:	NP	CONTACTO:	NP			
FECHA DE INSTALACION:	NP	SERIE:	NP	TELEFONO:	NP			
CODIGO EQUIPO:	NP	REGISTRO INVIM:	NP	CORREO:	NP			
TIPO DE ADQUISI:	NP	COSTO:	NP	FABRICANTE:	NP			
REGISTRO TECNICO								
VOLTAJE DE OPER:	NP		PRESION:	NP				
POTENCIA CONSUMIDA:	NP		PESO:	NP				
FRECUENCIA:	NP		FUENTE DE ALIMENTACION:	NP				
REGISTRO DE APOYO TECNICO								
MANTENIMIENTO		MANUALES		EMPRESA RESPONSABLE DEL MMTTO		ACCESORIOS		
PREVENTIVO CORRECTIVO		OPERACIÓN:	SI	CONTRATADO		soporte atril	manual	
		SERVICIO:	SI			cable ac		
MANTENIMIENTO								
FRECUENCIA DE CALIBRACION:	ANUAL							
FRECUENCIA DE MMTTO:	CUATRIMESTRAL							
CLASIFICACION								
USO:	MEDICO	X		BASICO			APOYO	
COMPLEJIDAD:	ALTA	X		MEDIA			BAJA	
CLASIFICACION POR RIESGO:	I		IIA		IIB	X	III	
CLASIFICACION BIOMEDICA:	DIAGNOSTICO		PREVENCION REHABILITACION		ANALISIS DE LABORATORIO		TRATAMIENTO Y MMTTO	X
TECNOLOGIA PREDOMINANTE :								
RECOMENDACIONES ANTES Y DESPUES DE MANTENIMIENTOS								

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Inventario de equipos biomédicos

El inventario se está realizando de acuerdo con la Resolución 3100 del 25 de noviembre de 2019 y como se establece en el Capítulo 4 del listado de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos y equipos biomédicos.

De acuerdo a la Resolución 3100, en los Capítulos 4.4 y 4.5, define las normas para la provisión de dispositivos médicos y equipos biomédicos necesarios para la prestación de los servicios médicos, en el Capítulo 6.3 se supone que se deben proveer los equipos biomédicos necesarios para la evaluación y atención de pacientes según el tipo de actividad en curso.

Según la OMS en su Capítulo 4 que trata sobre la planificación de un programa de mantenimiento, la Sección 4.1 define el inventario de mantenimiento para dispositivos biomédicos como un factor clave en el que se deben identificar y seleccionar los

dispositivos que se registrarán, y determinar cuáles deben incluirse en el plan de mantenimiento.

Actualmente la clínica AURORA DEL MAR maneja el siguiente inventario

Tabla 2: Inventario actual clínica AURORA DEL MAR

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN
monitor multiparametros	MINDRAY	imec12	EV-7A03B114	quirofano1
monitor multiparametros	EDAN	IM8	360001-M2071071009	recuperacion3
monitor multiparametros	EDAN	IM8	360001-M2050702013	recuperacion
monitor multiparametros	EDAN	M50C02	360069-M2042176000	quirofano2
monitor multiparametros	EDAN	IM8	360001-M2050702005	recuperacion
monitor multiparametros	EDAN	IM8	360001-M2071068004	recuperacion
desfibrilador	ZOLL	M SERIES	NA	quirofano
lampara cielitica	STRYKER	VISUM II	100000000059777	quirofano2
camilla de recuperacion	MAFET	T2080	N/A	recuperacion
camilla de recuperacion	MAFET	T2080	N/A	recuperacion
camilla de recuperacion	MAFET	T2080	N/A	recuperacion
camilla de recuperacion	MAFET	T2080	N/A	recuperacion
Electrobisturi	aspen	IF300A	AB12001	quirofano 2
maquina de anestesia#1	Datex Ohmeda	Aespire	AMXN00397	quirofano 2
maquina de anestesia#2	Datex Ohmeda	Aestiva 5		quirofano 1
bascula de piso analoga	NA	NA	NA	recuperacion
bascula de piso analoga	NA	NA	NA	recuperacion
Mesa de cirugía	AMSCO	2080L	422177037	quirofano 2
Mesa de cirugía	AMSCO	1080	288882	quirofano 1
Mesa de cirugía	DYNAMICS	3008B-I	288882	Almacen
Succionador	JMA	YX930D	B27.20.268	quirofano 2
Succionador	JMA	YX930D	87.19.116	quirofano 1
lampara cielitica	ILUMITEC	LED-X18	39356B	quirofano 1
BASCULA	SUKRA	5KG		quirofano 1
Electrobisturi	VALLEYLAB	FORCE 2	FOH38874T	quirofano 1
BOMBA DE INFUSION	VOLUMAT	AGILIA	1914122417478	recuperacion
BOMBA DE INFUSION	MEDKAPTAIN	SYS6010	91420120066492	recuperacion

Fuente: Empresa PROGEMA

La información mostrada en la tabla anterior del inventario actual que maneja la Clínica AURORA DEL MAR antes del desarrollo de la aplicación GESBIO permitió la creación de un inventario de dispositivos biomédicos, que se consideró el punto de partida del proceso de mantenimiento.

4.3 Cronograma de mantenimiento de equipos biomédicos

Los factores a considerar al determinar la periodicidad de mantenimiento de los dispositivos biomédicos son principalmente los factores recomendados por el fabricante del dispositivo para cambiar la frecuencia de revisión de los dispositivos biomédicos, teniendo en cuenta la normativa, el entorno, el nivel de formación de los usuarios, la fiabilidad del dispositivo, el grado de desgaste del equipo en uso normal, la frecuencia de uso, el número de técnicos disponibles y la especialización de los técnicos personal disponible, Después de eso, con esta información, se toma una decisión definitiva.

realizado bajo la dirección de la Clínica AURORA DEL MAR junto con el Comité de Expertos de la empresa PROGEMA. Si no está familiarizado con el equipo, es mejor seguir las recomendaciones del fabricante y ajustar los procedimientos y la frecuencia de inspección a medida que se familiarice con el equipo (OMS, 2012).

Se debe elegir el método más apropiado para planificar el mantenimiento de los dispositivos médicos. Una opción es realizar el mantenimiento de todos los dispositivos clínicos al mismo tiempo, pero este método depende de otros factores, como el tipo de dispositivo y el momento de la compra. Otra opción es programar el mantenimiento dependiendo de las horas de funcionamiento. En cuanto al mantenimiento correctivo, este no está planificado, ya que depende de la necesidad de uso y buena comunicación entre el usuario del equipo y los encargados de la tarea indicada. Para las inspecciones y el mantenimiento preventivo, es mejor planificar la carga de trabajo para el año calendario, teniendo en cuenta los períodos en los que hay menos personal disponible, como los fines de semana o en vacaciones.

Un método común para priorizar la realización del mantenimiento preventivo es asignar la máxima prioridad al equipo que tiene un alto riesgo de lesionar a un paciente, seguido de un enfoque basado en tareas basado en la importancia del equipo para el cuidado del paciente. Otras prioridades para determinar los intervalos de mantenimiento incluyen dispositivos que pueden causar un daño significativo al paciente si no funcionan correctamente y un método basado en recursos humanos, físicos y económicos (Resolución 3100 de 2019).

La clínica AURORA DEL MAR actualmente tiene el siguiente cronograma de mantenimiento preventivo, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3: Cronograma de mantenimiento preventivo equipos médicos

ACTIVIDADES	2020-21											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
DEFIBRILADOR												
Limpieza externa												
Verificación de alarmas												
Verificación de pila												
Verificación de carga y descarga												
Verificación de batería interna												
Limpieza interna												
Calibración												
MÁQUINA DE ANESTESIA												
Limpieza externa												
Verificación de ventilador y vaporizador												
Test de fugas de nitróxido												
Calibración sensores de flujo												
Verificación de alarmas												
Verificación y ajuste de control de poder												
Limpieza interna												
BOMBAS DE INFUSIÓN												
Limpieza externa												
Verificación de los volúmenes de infusión												
Ajuste y lubricación de motor												
Prueba de alarma												
Verificación de batería interna												
Control de software (cuando requiere)												
Calibración de volumen de infusión por unidad de tiempo (cuando requiere o cada 1 año)												
ELECTROVITAL												
Limpieza externa												
Verificación de polaridad de electrodos												
Verificación de ajuste de los electrodos												
Verificación de ajuste de onda												
Calibración												
Limpieza interna												
MONITOR DE SIGNOS VITALES												
Limpieza externa												
Verificación de parámetros de FCO, SpO2, ABR y Temperatura												
Verificación de accesorios												
Cambio de batería												
Control de software												
Verificación de alarmas												
Control de software (cuando requiere)												
Limpieza interna												
GLUCÓMETROS												
Limpieza externa												
Pruebas de control de calidad bajo, medio y alto												
Cambio de batería (cuando requiere)												
TENSÍMETROS												
Test de fugas de nitróxido y oxígeno												
Verificación y calibración de manómetros												
Verificación de pila												
Control de software												
Verificación de funcionamiento												
BASCULAS Y BALANZAS												
Limpieza externa												
Verificación de calibración												
Prueba con diferentes pesos												
Calibración												
LAMPARA QUÍMICA												
Limpieza externa												
Verificación de estado y fuente de poder												
Control de software												
Verificación de luminosidad con luxómetro												
MESA DE CIRUGÍA												
Limpieza externa												
Verificación de movimiento en todos los ejes												
Verificación y ajuste de ajuste de sistema hidráulico												
Verificación de funcionamiento general												

Fuente: Empresa PROGEMA

En el plan de mantenimiento preventivo disponible en la clínica AURORA DEL MAR, se destaca que el mantenimiento de todos los equipos médicos se realiza trimestralmente durante el mismo período del año, el mantenimiento tres veces en la última semana de los meses de abril, agosto y diciembre.

4.4 Materiales y métodos

Para la realización del software GESBIO, después de verificar el estado actual de los protocolos, plantillas, documentación y procedimientos del mantenimiento de los equipos

biomédicos de la Clínica AURORA DEL MAR, se realiza una auditoría interna de cumplimiento bajo el Decreto Invima 4725 de 2005 y la resolución 3100 del 2019 para el estándar de dotación se encontraron los siguientes hallazgos en dicha auditoría realizada el 15 de julio del 2022.

- Registro sanitario para dispositivos médicos o permiso de comercialización para equipos biomédicos de tecnología controlada cuando lo requiera la entidad no cumple, por lo que presenta una inconformidad debido a que el formato de inventario no cuenta con el ítem de registro sanitario.
- La clasificación por riesgo cuando el equipo lo requiera la entidad no cumple debido a que el formato de inventario no cuenta con el ítem de clasificación de riesgo biomédico.
- La hoja de vida de los equipos biomédicos con los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos según corresponda la entidad no cumplen, debido a que el formato de hoja de vida no cuenta con registro de los mantenimientos realizados anteriormente dicha auditoría la clínica aurora del mar no la pasó con un porcentaje del 45% debido a las inconformidades anteriormente señaladas anexo 5.

Por lo que se realizaron las correcciones pertinentes, para poder iniciar la creación de la APP GESBIO, para lo cual se contrató a un ingeniero de sistema experto en la materia el cual se encargó de toda la programación del software GESBIO, basado en los requerimientos y necesidades con el fin de cumplir con los estándares propuestos en Decreto Invima 4725 de 2005 y la resolución 3100 del 2019.

Este proyecto es un desarrollo tecnológico, cuya metodología se basó en la realización de tareas específicas. Por lo tanto, el desarrollo del método incluyó los siguientes pasos:

Fase 1: La base legal es la reglamentación del Decreto Invima 4725 de 2005, además del Decreto 3100 de 2019. El punto de partida es el inventario de equipos médicos de la clínica AURORA DEL MAR; los datos son los siguientes: nombre, modelo, serie, clasificación de riesgo. Luego se crea una base de datos utilizando una plantilla en Excel o Access y estas columnas se denominan datos de hardware, el software Api Rest se ejecuta en la plataforma Linux. Esto se hizo con base en el Decreto N° 4725 de 2005, que estableció el régimen de registro sanitario, autorización de comercialización y vigilancia sanitaria en todo lo relacionado con la fabricación, mantenimiento y condiciones de funcionamiento de los dispositivos médicos humanos, que será obligatoria para todas las personas naturales o jurídicas que realicen tales actividades en el país, y la Resolución 3100 de 2019, que reglamenta el procedimiento y las Condiciones definen el registro y la autorización de los proveedores de atención médica. En cuanto a la gestión del mantenimiento se aplicó como modelo la norma internacional ISO 55000 de 2014, y en cuanto a cómo se realiza la gestión del mantenimiento se aplicó la norma internacional ISO 55002 de 2018.

Fase 2: Se decidió crear una aplicación web. Aplicación de tipo respuesta, adaptativa para sistemas móviles o PCs. Se analizó el posible uso de la tecnología Api-Rest, Esta es una

plataforma que permite realizar la programación de aplicaciones representativa para el estado, que proporciona un estilo amigable con el usuario y una metodología comúnmente utilizados en el desarrollo de servicios de Internet, tales como sistemas hipermedia distribuidos; Utilizando el lenguaje Golang, un lenguaje de programación de código abierto orientado al rendimiento en sistemas multiplataforma. En Api Rest el frontend es el que realiza la transformación de datos en la GUI para que el usuario pueda ver la información e interactuar con ella digitalmente, es el que muestra la parte gráfica como botones, columnas y tablas. , imágenes, también tenemos un backend, el cual se encargará de la parte lógica funcional, y donde incluso se definirán alertas tecnológicas sobre las fechas de mantenimiento preventivo, metrología y gestión de calidad de los dispositivos médicos, para lo cual se definirá una regla donde el backend realizará un escaneo cada 24 horas y esto verificar que los comandos de la base de datos sigan la regla cronológica establecida. Se han elegido formatos para llenar varias ventanas de gestión digital: inventario de dispositivos médicos, módulo de registro de soporte técnico de dispositivos médicos, transferencia de dispositivos y registro de memoria de dispositivos, alertas: programa de mantenimiento preventivo, control de calidad y calibración de dispositivos médicos y, finalmente, un módulo de anotación.

Una vez definido lo anterior tenemos la siguiente forma: utilizamos la información contenida en la base de datos para dinamizar el sistema creando un módulo de inventario que contiene un submódulo llamado almacenamiento y un módulo de mantenimiento que contiene un historial de cheques, Módulo de Usuario, Módulo de Alertas, Módulo de Anotación con instrucciones para crear, borrar, leer y actualizar datos, esto conllevó a culminar la fase de implementación para la Clínica AURORA DEL MAR.

Fase 3: Se realizaron chequeos de funcionamiento, los ajustes necesarios para el chequeo de funcionamiento del sistema en su conjunto. Todo ello teniendo en cuenta estudios o consultas entre tratamientos, asistidos por el Departamento de Calidad de la Clínica AURORA DEL MAR, con el fin de conseguir los objetivos marcados. Simule alertas de mantenimiento, comunicación remota entre quirófanos, oficina y departamento de dispositivos biomédicos (PROGEMA), simulación de transferencia de dispositivos y notificaciones de almacenamiento, actualizaciones de datos e inventario.

4.5 Metodología CDIO

CDIO (Concepto, Diseño, Implementación y Operación), que sería Concebir, Diseñar, Implementar y Operar en español. (Gómez, 2012). La metodología de este trabajo de investigación está adaptado al proceso CDIO, a continuación, se describe un paso a paso para llevar a cabo esta metodología:

C (Concepto): En esta fase se buscó información sobre el estado actual del proceso de gestión de mantenimientos preventivos de dispositivos biomédicos en quirófanos y consultorios de la Clínica AURORA DEL MAR. También se realizó un inventario del estado del arte, que ayudó a encontrar soluciones comerciales y no comerciales similares a la finalidad del proyecto. Se han identificado las principales deficiencias del método tradicional y se han recopilado los documentos físicos y digitales que forman la bitácora general correctiva, preventiva y predictiva del procedimiento de mantenimiento del dispositivo biomédico, que forma parte del sistema de gestión del mantenimiento.

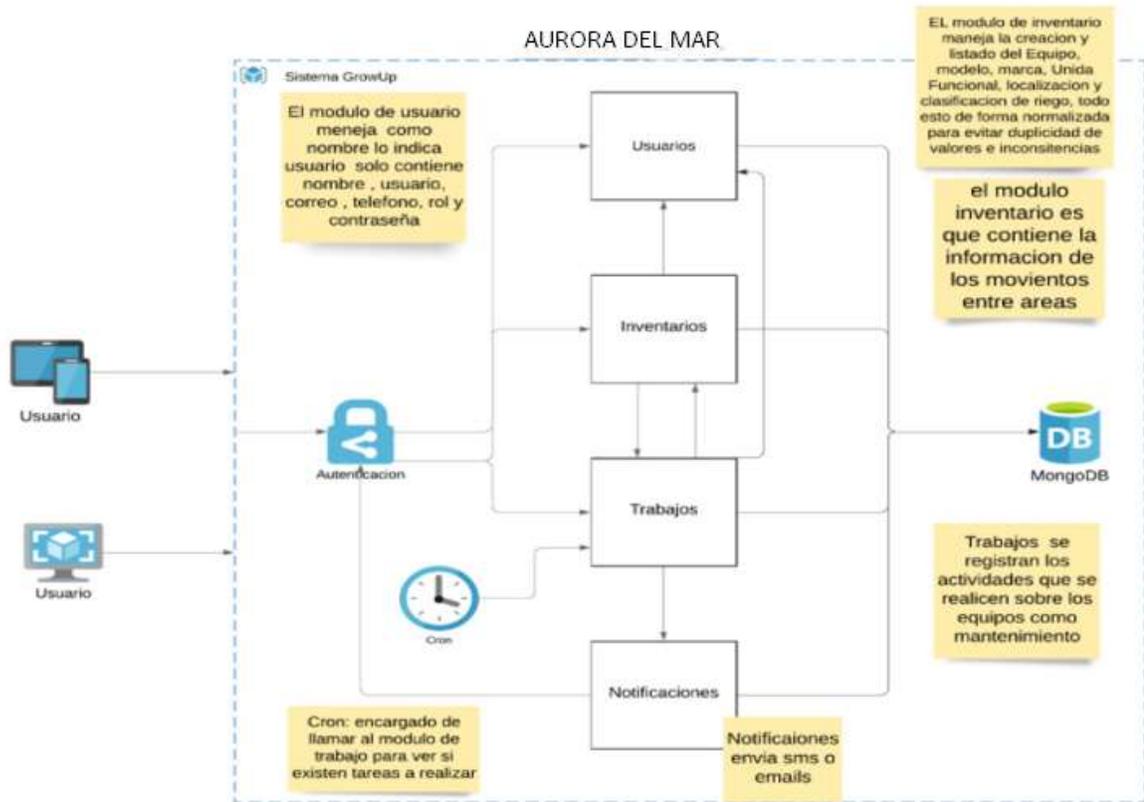
D (Diseño): La aplicación móvil GESBIO se desarrolló utilizando una API para el tráfico, que es Api Rest, que es un conjunto de restricciones que se pueden utilizar para crear una arquitectura de software específica que se puede utilizar para crear aplicaciones web habilitadas para http.

I (Implementar): La aplicación está soportada en dos lenguajes de programación, uno compilado y otro interpretativo, este último corre en GO en forma compilada y procesado interpretativamente en Php Python, Además de poder recuperar información en un único documento sin tener que realizar ninguna consulta, la aplicación también ofrece vistas de mayor calidad como Php, Node o Python nodes, lo que a cambio la hace más práctica y frente a otros lenguajes y cuando se compila un lenguaje moderno, solo se necesita un archivo binario (ejecutable) para que funcione. GO tiende a cambiar debido a problemas de rendimiento, el diseño de Go tiene buena velocidad mientras que otros lenguajes como Runnig, elipsys son más convencionales, Go es actualmente un lenguaje que necesita ser ampliamente usado en los países occidentales. Los conceptos básicos de PHP son bien conocidos, pero la tendencia de PHP ofrece un rendimiento más limitado.

O (Obra): El personal de la Clínica AURORA DEL MAR ha aprobado la solicitud de trabajo. Su experiencia fue capturada con la herramienta de encuestas después de usar la aplicación durante un ciclo de trabajo completo.

4.6 Arquitectura del sistema GESBIO

Figura 6: Arquitectura del sistema desarrollado.



Fuente: elaboración propia.

La arquitectura del sistema desarrollada en la primera consideración del proceso muestra los posibles accesos por parte de los usuarios con sus respectivos login y enter.

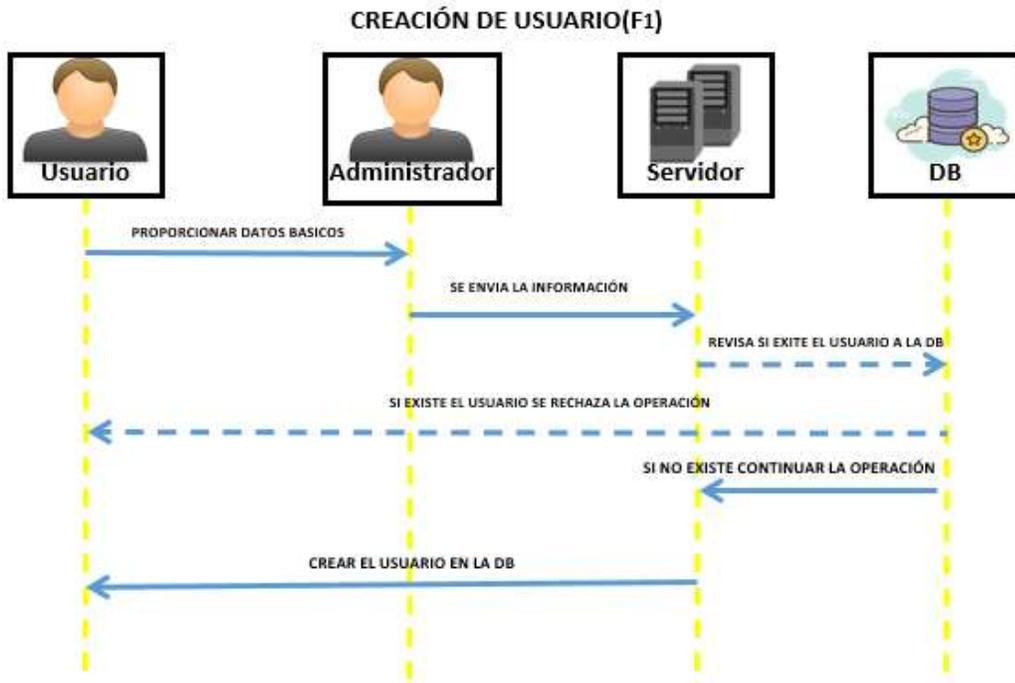
Si la autenticación es aceptada, el sistema envía al usuario a la página principal del inventario, donde se encuentra una lista de dispositivos con el correspondiente nombre, marca, modelo, serie, clasificación de riesgo y área funcional, en la misma página se encuentra un “Agregar “Comandos” botón” donde se pueden agregar un número ilimitado de campos nuevos para promociones. Desde allí se tiene acceso a través de una etiqueta llamada “Detalles” donde se puede trasladar la información a un listado que permita registrar las transacciones, los datos que contiene el equipo fueron transferido a un área específica (quirófano, oficina, otro).

Posteriormente, en otro atajo, existe una opción de orden donde se recupera la información por fecha, con posibilidad de alertas de mantenimiento preventivo, calibraciones y otros detalles pendientes que implican una fecha donde existe un modo horario que verifica si es necesario completar las tareas a tiempo para ver este logro instantáneo. Disponemos de un módulo de notificaciones y mensajes para otros usuarios pendientes desde usuarios primarios como biomédicos y usuarios secundarios como gestores asistenciales (enfermeras y servicios generales).

A continuación, encontrará la descripción de funcionamiento de cada módulo del software con los diagramas correspondientes, las figuras brindan una descripción general del procedimiento y en las tablas se encuentra una descripción detallada de los objetivos, los pasos a seguir, las condiciones previas y posteriores que debe tener cada usuario y la importancia de cada trámite.

4.6.1.1 Creación de usuario (F1)

Figura 7: Creación de usuario (F1)



Fuente: Elaboración propia.

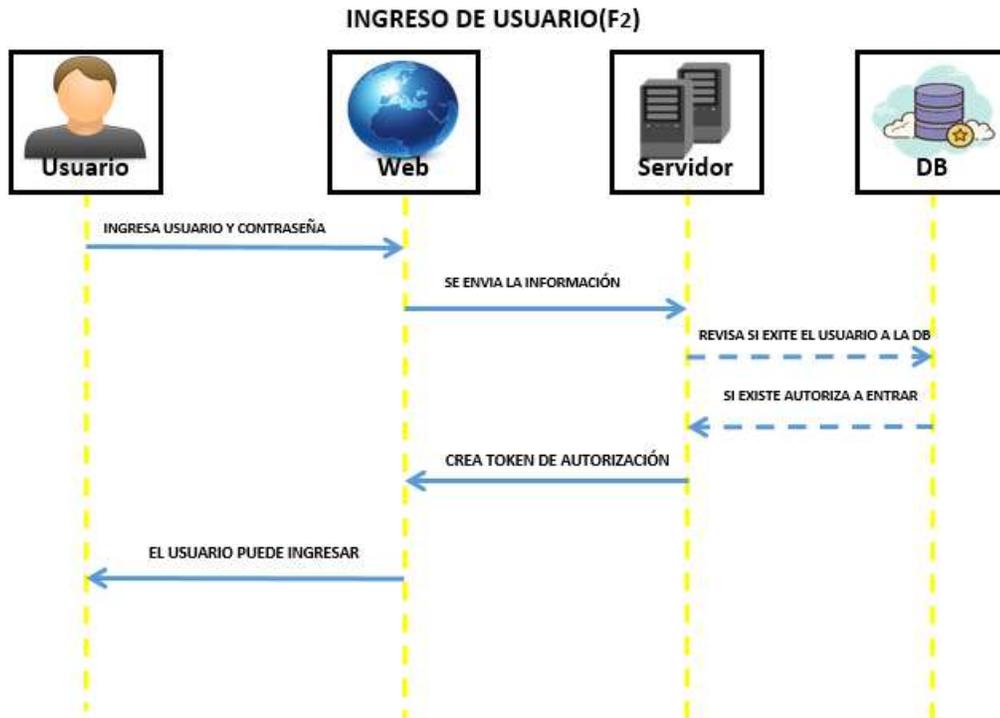
Tabla 4: Ficha de caso 01. Procedimientos para la creación de usuarios.

FC-01	Registro de usuario (F ₁)	
Objetivos	Crear un usuario, comparar los datos con la DB	
Descripción	Se proporcionan los datos básicos del usuario, y se compara con los datos de la DB, para ver si ya existe este usuario, si existe se rechaza la operación, si no existe se crea el nuevo usuario.	
Precondición	Ser jefe de área o estar autorizado.	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Proporcionar datos básicos de usuario
	2	Enviar datos básicos al administrador
	3	Revisar si existe el usuario en la DB
	4	Si existe el usuario se rechaza la operación
5	Si no existe se crea el nuevo usuario	
Postcodición	Ingresar	
Excepciones	No estar autorizado	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2 Ingreso de usuario a la aplicación (F₂)

Figura 8: Ingreso de usuario (F₂)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Ingreso de usuario a la aplicación (F₂)

FC-02	Ingreso de usuario a la aplicación (F ₂)	
Objetivos	Ingreso de usuario para tener acceso a la DB	
Descripción	Revisar si los datos proporcionados corresponden a los de un usuario registrado y autorizado	
Precondición	Estar registrado	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Ingresar usuario y contraseña
	2	Enviar usuario y contraseña al servidor
	3	Si el usuario no existe debe ingresar nuevamente o registrarse como se indica en FC-01.
4	Si el usuario existe se le da token de autorización.	
Postcodición	Pasarse a consulta para inventario y creación de equipos	
Excepciones	No tener usuario	
Importancia	Media	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3 Consulta inventario y creación de equipos (F₃).

Figura 9: Consulta de inventario y creación de equipos (F₃).



Fuente: Elaboración propia.

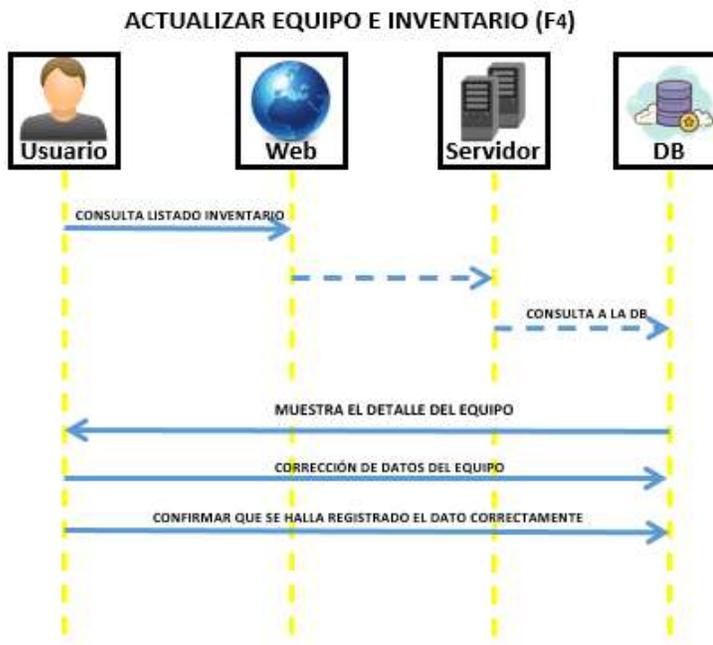
Tabla 6: Ficha de caso 03. Consulta de inventario y creación de equipos (F₃)

FC-03	Consulta de inventario y creación de equipos (F ₃)	
Objetivos	Consultar el inventario y crear equipos	
Descripción	Se consulta el inventario para generar una solicitud del mismo y poder crear equipos.	
Precondición	Haber ingresado a la DB	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Consultar el inventario en la web
	2	Enviar solicitud de la consulta al servidor
	3	Recibir la información consultada del inventario
	4	Click en agregar equipo
	5	Se llena el formulario
	6	Se envía el formulario al servidor
	7	Se valida y se guarda la información en la DB
8	Se muestra el detalle del equipo	
Postcodición	Actualizar detalles en el inventario y en equipos	
Excepciones	No es necesario la actualización.	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.4 Actualizar detalles en equipos e inventarios (F₄)

Figura 10: Actualizar detalles en equipo e inventarios (F₄)



Fuente: Elaboración propia.

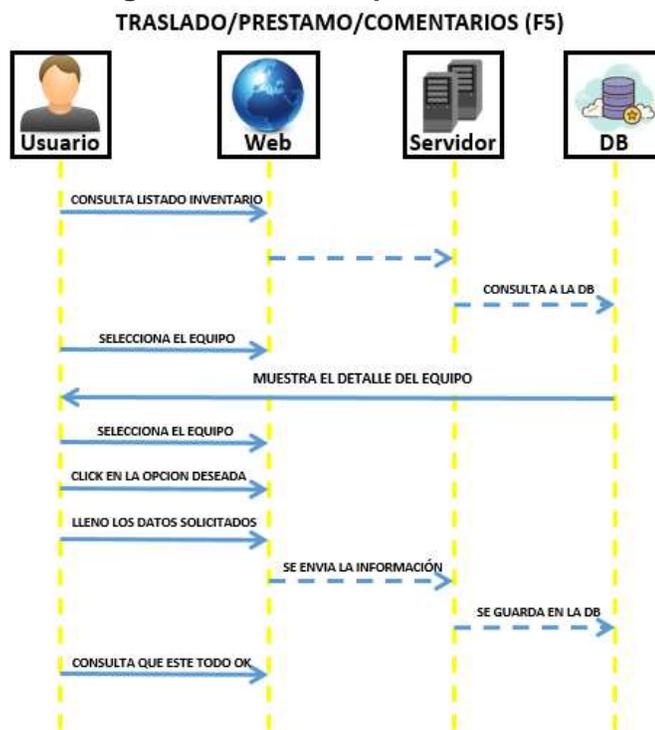
Tabla 7: Ficha de caso 04. Actualizar detalles en equipos e inventarios (F₄)

FC-04	Actualizar detalles en equipos e inventarios (F ₄)	
Objetivos	Actualizar detalles en equipos e inventarios	
Descripción	Se corrigen los datos del equipo y del inventario si es necesario y se confirman dichas correcciones.	
Precondición	Tener la consulta de inventario y de equipos.	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Consulta, listado de inventario y detalles del equipo web
	2	Se corrigen los detalles del inventario y del equipo
	3	Se confirma que se haya registrado la información correctamente.
Postcodición	Realizar traslados, préstamos con sus comentarios.	
Excepciones	No se requiere de traslados ni de préstamo	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.5 Traslado/préstamo/comentarios (F₅)

Figura 11: Traslado/préstamo/comentarios (F₅)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Ficha de caso 05. Traslado/Préstamo/Comentarios (F₅)

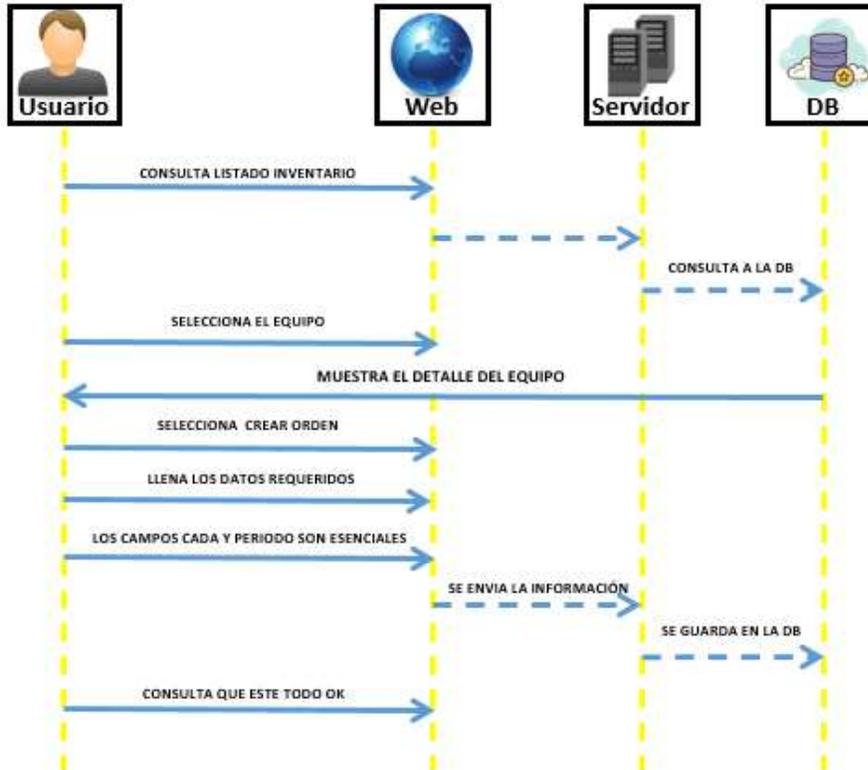
FC-05	Traslado/Préstamo/Comentarios (F ₅)	
Objetivos	Traslado o préstamo del equipo	
Descripción	Se requiere del traslado o del préstamo de un equipo para poder atender a los pacientes	
Precondición	No se cuenta con el equipo en el lugar que se necesita.	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Se consulta y se envía la información del inventario
	2	Se selecciona el equipo.
	3	Se muestran los detalles del equipo.
	4	Click en la opción deseada
	5	Se llena y se envía la información solicitada
	6	Se consulta que esté todo ok.
Postcodición	Revisar hoja de vida del equipo	
Excepciones	El equipo se encuentra ok y en el lugar que se requiere.	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.6 Hoja de vida (F₆)

Figura 12: Hoja de vida (F₆)

DETALLES RECURRENTE DE LAS ORDENES (F₆)



Fuente: Elaboración propia.

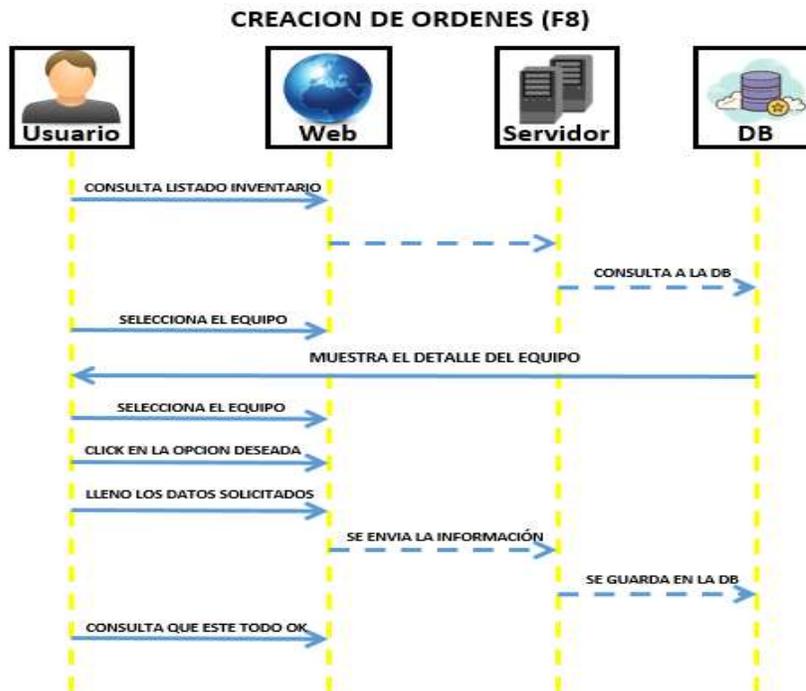
Tabla 9: Ficha de caso 06. Hoja de vida (F₆)

FC-06	Hoja de vida (F ₆)	
Objetivos	Crear hoja de vida de equipos	
Descripción	Después de la consulta de inventario y la selección de equipo, se selecciona la opción deseada, la cual se envía al servidor, esta se guarda en la DB, por último, se realiza una consulta para comprobar que todo el proceso está correcto	
Precondición	Consultar inventario y seleccionar equipo	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Seleccionar el equipo con sus detalles
	2	Seleccionar la opción deseada
	3	Llenar los datos solicitados
	4	Enviar la información al servidor para que se guarde en la DB
5	Comprobar que todo esté correcto por medio de una consulta	
Postcodición	Creación de ordenes	
Excepciones	El equipo cuenta con toda la información al día	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.7 Creación de ordenes (F₇)

Figura 13: Creación de ordenes (F₇)



Fuente: Elaboración propia.

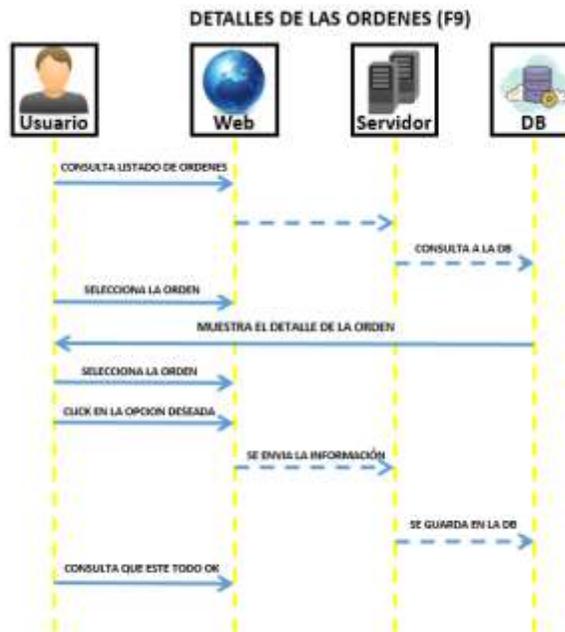
Tabla 10: Ficha de caso 07. Creación de ordenes (F7)

FC-07	Creación de ordenes (F7)	
Objetivos	Crear una orden	
Descripción	Después de realizar la consulta de inventario, seleccionar equipo, se selecciona opción de crear orden, se llena los datos solicitados se envían al servidor para que se guarde en la DB y por último se realiza la consulta para comprobar que todo esté bien.	
Precondición	Consultar inventario, seleccionar equipo	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Seleccionar equipo con sus detalles
	2	Seleccionar la opción de crear orden.
	3	Llenar la información solicitada
	4	Enviar información al servidor para que se guarde en la DB
5	Realizar una consulta para comprobar que todo esté bien.	
Postcodición	Detalles de las ordenes	
Excepciones	La orden ya esté creada	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia

4.6.1.8 Detalles de las ordenes (F8)

Figura 14: Detalles de las ordenes (F8)



Fuente: Elaboración propia.

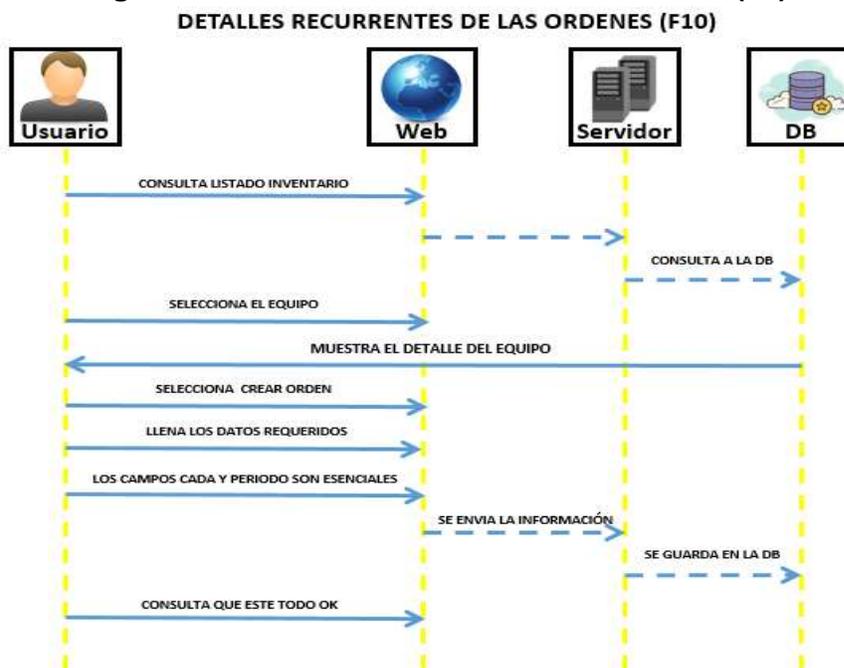
Tabla 11: Ficha de caso 08. Detalles de ordenes (F₈)

FC-08	Detalle de ordenes (F ₈)	
Objetivos	Revisar los detalles de una orden	
Descripción	Se consulta el listado de las ordenes, se selecciona la orden a la cual se le va a realizar el detalle, click en la opción deseada, se envía la información al servidor para que se guarden los detalles en la DB y se consulta para ver que todo esté correcto	
Precondición	La orden ya debe estar creada.	
Secuencias	pasos	Acciones
	1	Se consulta el listado de las ordenes
	2	Se selecciona la orden a la cual se le va a realizar los detalles.
	3	Se selecciona la opción deseada
	4	Se envía la información al servidor para que se guarde en la DB
5	Se realiza una consulta de la orden para comprobar que todo esté bien	
Postcodición	Detalles recurrentes de las ordenes	
Excepciones	Los detalles de la orden ya se encuentren registrados	
Importancia	Alta	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.9 Detalles recurrentes de las ordenes (F₉)

Figura 15: Detalles recurrentes de las ordenes (F₉)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Ficha de caso 09. Detalles recurrentes de las ordenes (F₉)

FC-09		Detalles recurrentes de las ordenes (F ₉)	
Objetivos	Revisar los detalles recurrentes de las ordenes		
Descripción	Después de realizar consulta de inventario, seleccionar equipo, se da click en crear orden, en donde se llenan los datos requeridos en los campos CADA y PERIODO, se envía la información al servidor para que se guarde en la DB y por último se realiza una consulta para comprobar que todo esté bien		
Precondición	La orden esté creada		
Secuencias	pasos	Acciones	
	1	Se consulta el listado de las ordenes	
	2	Se selecciona la orden que se va a revisar	
	3	Se llena la información en los campos CDA y PERIODO	
	4	Se envía la información al servidor para que se guarde en la DB	
	5	Se realiza una consulta de la orden para comprobar que todo esté bien	
Postcodición			
Excepciones	La orden ya tiene los registros en los campos CADA y PERIODO		
Importancia	Alta		

Fuente: Elaboración propia.

Como todo producto, se realizo un manual de usuario con el fin de que se tenga una guía del uso de la App GESBIO anexo 7.

En el manual se indican los pasos y requerimientos necesarios para utilizar la aplicación móvil GESBIO, esta App fue diseñada para diligenciar de forma eficiente y eficaz los protocolos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos biomédicos, este manual facilita el uso y manejo de las funciones con lo que se permite el dominio de todas sus características, en donde se muestran los pasos que debe seguirse en los protocolos que se tengan que realizar.

Este manual proporciona los detalles y el requerimiento para el correcto uso de la aplicación móvil GESBIO con el objetivo de brindarle al personal que utilice el software una guía que asegure su correcto uso.

5 Análisis de resultados

Después de realizado el cumplimiento de las fases del proyecto, se tienen los siguientes resultados.

5.1. Análisis del proceso de autoría interna con respecto al estándar de dotación de la resolución 3100 del 2019 con el uso del software GESBIO.

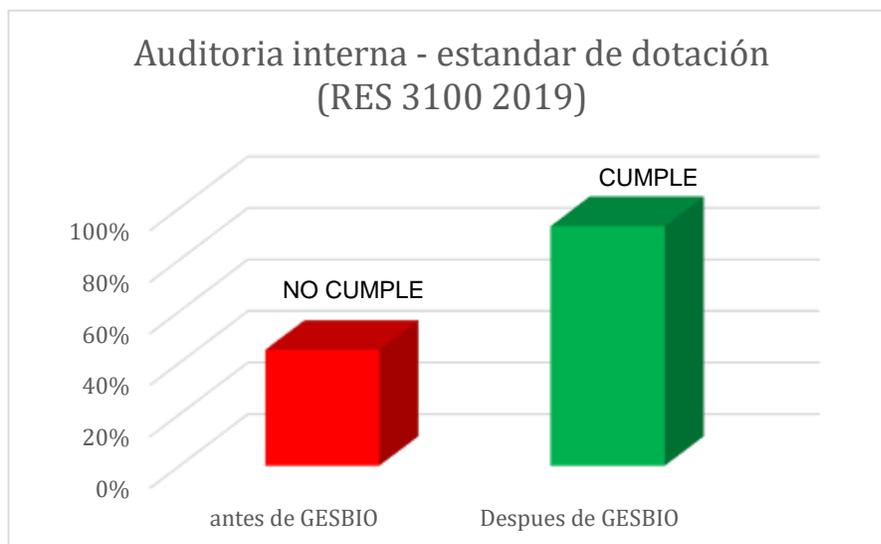
Como se mencionó anteriormente en la auditoría interna realizada el 15 de julio de 2022 en la clínica aurora del mar, en el cual se encontraron distintos hallazgos e inconformidades dando un porcentaje de incumplimiento del 55% en el estándar de dotación, teniendo en cuenta los requerimientos de la resolución 3100 del 2019.

Con la implementación del software de gestión de mantenimiento GESBIO, se modificaron los formatos existentes basados en la resolución 3100 del 2019 y el decreto 4725 de 2005, en los cuales se realizó la modificación del formato de inventario agregando el ítem de registro sanitario o permiso de comercialización y el ítem de clasificación de riesgo, dichos datos son supremamente importante debido a que con estos podemos verificar la legalidad de nuestro equipo médico y también realizar un mayor seguimiento a dicho equipo dependiendo su clasificación de riesgo y tipo de uso, con la modificación del formato de inventario se obtuvo una calificación de 10/10 en ambos puntos de la auditoria, anteriormente dichos puntos se encontraban con calificación de 0/10. Anexo 6.

También se modificó el formato de hoja de vida el cual no contaba con los registros de mantenimiento de los equipos biomédicos y por tal razón se le había asignado una calificación de 0/10, dentro de los cambios en los formatos se tuvo en cuenta dichas observaciones y se le agregó al software un módulo de registro de mantenimientos preventivos y correctivos realizados previamente, esto permitió obtener una calificación en la nueva auditoria de 10\10. Anexo 6

Al final de la auditoria se obtuvo un resultado satisfactorio, el cual se ratificó mediante la realización de otra auditoría interna realizada el 3 de octubre de 2022, la cual pasa de un porcentaje de no conformidades del 45% a un porcentaje de cumplimiento del 93% anexo 6.

Gráfico 1: Comparacion de porcentajes de cumplimiento de auditorias antes y despues de la implementacion del software GESBIO.



Fuente: Elaboración propia

5.2. Descripción de funcionamiento y formatos de la app GESBIO

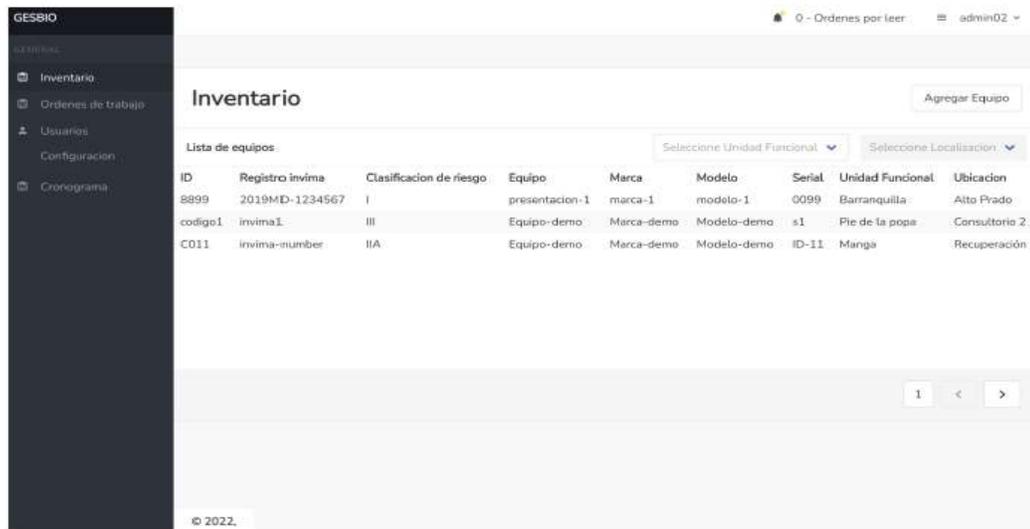
La aplicación GESBIO App, ha sido utilizada para suplir todos los requerimientos de la resolución 3100 del 2019 con respecto al estándar de dotación, adicional a esto para evitar errores de uso fue desarrollada de manera sencilla e intuitiva, desde la creación de usuario y en todas sus fases, las cuales se describen a continuación.

Figura 16: Ingreso a la App GESBIO



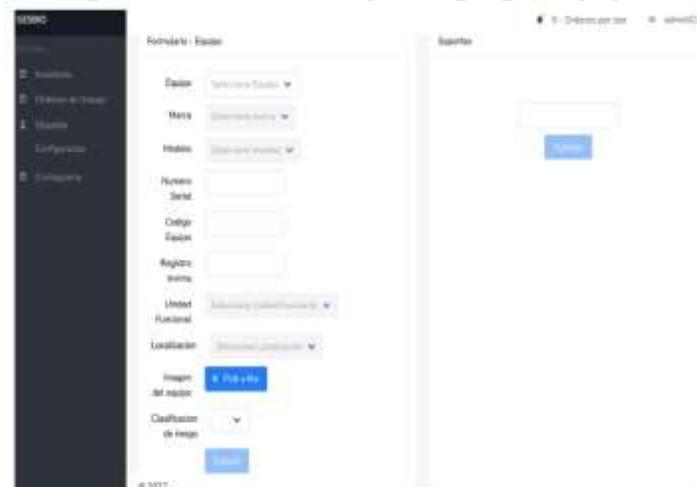
FIGURA Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Ventana principal de la App GESBIO



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18: Formulario para agregar equipos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19: Detalles del equipo y sus opciones



Fuente: Elaboración propia.

Con el formulario diseñado para agregar equipos, se suplen muchos inconvenientes que presentaba la entidad aurora del mar, ya que cómo se observa en la Figura 18 y Figura 19, se le agrega a dichos formatos los ítems de Registro sanitario y clasificación de riesgo, basados en las recomendaciones de la auditoría realizada antes de la implementación del software y de los requerimientos de la resolución 3100 del 2019 y resolución 4725 del 2015.

Figura 20: Vista formulario de hoja de vida



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Registro histórico

REGISTRO HISTÓRICO

FORMA DE ADQUISICIÓN	DOCUMENTO	FECHA DE COMPRA	PROVEEDOR	TITULAR
FECHA DE INSTALACIÓN	COST. ADQUISICIÓN	AÑO DE FABRICACIÓN	FABRICANTE	CORREO 1
CIUDAD 1	CORREO 2	CIUDAD 2	TEL null	VENC. GARANTIA
INICIO DE OPERACIÓN	TIPO DE EQUIPO <input type="radio"/> FIJO <input type="radio"/> MOVIL	LUGAR DE ORIGEN	VIDA ÚTIL (años)	Descripción

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Registro histórico y técnico de funcionamiento

REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN Y REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO

REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN

FUENTE DE ALIMENTACIÓN	TECNOLOGÍA PREDOMINANTE	VOLTAJE MÁXIMO	VOLTAJE MÍNIMO	CORRIENTE
TEMPERATURA	POTENCIA	FRECUENCIA	PRESIÓN	VELOCIDAD
PESO	OTROS			

REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO

VOLTAJE	RANGO DE CORRIENTE	RANGO DE POTENCIA	RANGO FRECUENCIA	RANGO DE PRESIÓN
RANGO DE VELOCIDAD	RANGO DE TEMP	PESO (kg) null	RANG. DE HUMEDAD	SEGU. ELÉCTRICA TIPO <input type="radio"/> B <input type="radio"/> BF <input type="radio"/> CF
ALTO	LARGO	ANCHO	COLOR	

Figura 23: Clasificación del equipo, frecuencias de mantenimiento y calibración

CLASIFICACION DEL EQUIPO - FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO - FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN

<p>CLASIFICACION DEL EQUIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> DIAGNOSTICO <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO Y MANT. DE VIDA <input type="checkbox"/> REHABILITACIÓN <input type="checkbox"/> ANALISIS DE LABORATORIO <input type="checkbox"/> EQUIPO DE APOYO 	<p>FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 3 meses <input type="checkbox"/> 4 meses <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses 	<p>FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses <input type="checkbox"/> 24 meses other
---	--	--

COMPONENTES - ACCESORIOS Y/O ELEMENTOS D E CONSUMO

RECOMENDACIONES

MANTENIMIENTO (RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE)	OBSERVACIONES ADICIONALES
--	---------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Con la implementación del nuevo formato de hoja de vida, acompañado del registro histórico y técnico de funcionamiento se complementan y mejoran los procesos anteriores, debido a que el software GESBIO también cuenta con un modulo de alertas y reporte automático 15 días antes del próximo mantenimiento preventivo y servicio de calibración, basado en el cronograma de mantenimiento y de calibración de cada equipo.

Adicional a esto se le agrego un registro de apoyo técnico donde se especifican los manuales con los que cuenta el equipo para facilitar el servicio técnico en caso de requerir mantenimientos correctivos de alguno de los equipos registrados.

Figura 24: Registro de apoyo técnico

REGISTROS DE APOYO TECNICO

HANDBOOK

SERVICIO

USUARIO

COMPONENTES

DESPIECE

MANTENIMIENTO

PARTES

IDIOMAS

ESPAÑOL

INGLES

FRANCES

PORTUGUÉS

OTROS

PLANOS

ELÉCTRICO

ELECTRÓNICO

NEUMÁTICO

MECÁNICO

OTROS

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Vista previa de Hoja de vida

hoja de vida - preview

		DEPARTAMENTO:	BOLIVAR		
		Ciudad:	CARTAGENA		
		DIRECCION:	MANICA CALLE 25 CRA 22-38		
		Descripción:			
DEPENDENCIA:	Manija	ESPACIO:	Consultorio 2		
REGISTRO HISTÓRICO					
MONITOR DE SIGNOS VITALES					
INVENTARIO:	882134	MARCA:	Marca-dentro	REPRESENTANTE:	
FECHA DE COMPRA:	10 Nov 2020	MODELO:	Modelo-dentro	CONTRATO:	
FECHA DE INSTALACION:		SERIE:		TELEFONO:	
CODIGO EQUIPO:	882134	REGISTRO:	80123	CARGO:	
TIPO DE ADQUISICIÓN:		COSTO:		FABRICANTE:	
				M	
REGISTRO TÉCNICO					
VOLTAJE DE OPERACIÓN:				PRESION:	
POTENCIA CONSUMIDA:	N/A			PESO:	
FRECUENCIA:				FUENTE DE ALIMENTACION:	
				N/A	
REGISTRO DE APOYO TÉCNICO					
MANTENIMIENTO:	MANUALES:	EMPRESA RESPONSABLE DEL MTO:		ACCESORIOS:	
	OPERACION:	CONTRATADO:			
	SERVICIO:				
MANTENIMIENTO					
FRECUENCIA DE CALIBRACION:					
FRECUENCIA DE MTO:					
CLASIFICACION					
USO:	MEDICO		BASICO		APOYO
COMPLEJIDAD:	ALTA		MEDIA		BAJA
CLASIFICACION POR RIESGO:	I	IIA	X	IB	II
CLASIFICACION BIOMEDICA:	DIAGNOSTICO	PREVENCIÓN		ANÁLISIS DE LABORATORIO	TRATAMIENTO Y MTO
TECNOLOGIA PREDOMINANTE:					
RECOMENDACIONES ANTES Y DESPUÉS DE MANTENIMIENTOS					

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Cambio de localización de equipos

Mover Equipo: Equipo-demo - sq123

Unidad Funcional: Seleccione Unidad Funcional

Localizacion: Seleccione Localizacion

Solicitado por: Seleccione usuario

Mover Cancelar

Fuente: Elaboración propia.

Con el modulo de cambio de localización de los equipos se lleva el control de los movimientos de los equipos, conociendo en todo momento su ubicación y estado actual.

Figura 27: Agregar o crear orden de trabajo

Crear orden: Equipo-demo - sq123

Fecha: 10/16/2022

Tipo: Preventivo
 Recurrente
 Eventual

Descripcion:

Crear orden Cancelar

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28: Lista de orden de trabajo

Grow Up

1 - Ordenes por leer

Trabajo

Lista de equipos

Equipo	Estado	Tipo	Descripcion	Fecha	Leido
MONITOR DE SIGNOS VITALES - 123456	Abierto	Eventual	Inspeccion	11/24/2022	No
MONITOR DE SIGNOS VITALES - 123456	Pendientes	Preventivo		10/29/2022	Si

Fuente: Elaboración propia.

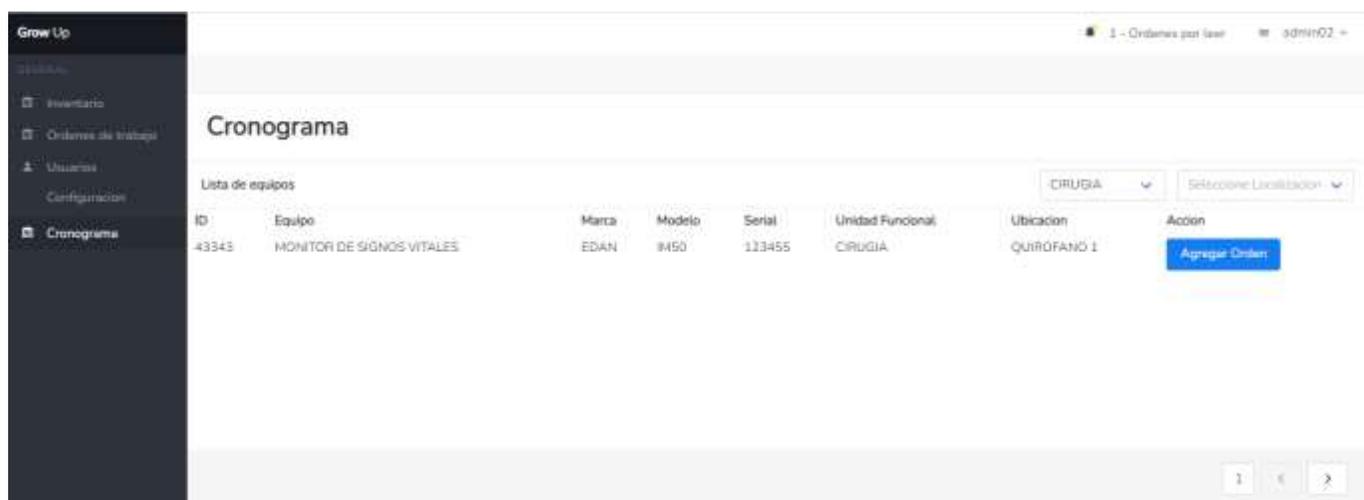
Figura 29: Detalles de la orden de trabajo



Fuente: Elaboración propia.

Se implementa un módulo de ordenes de trabajo para notificar al personal técnico sobre alguna avería o requerimiento de los equipos, con este modulo se mejora el proceso de notificación de fallas y se garantiza que el personal técnico sabe de primera mano cuando un equipo falla y al momento de proceder con la revisión se obtienen datos sobre la falla reportada y la solución o reporte del servicio realizado a dicho equipo, pudiendo generar un estado de fuera de servicio o equipo optimo para uso.

Figura 30: Listado de equipos en donde se crean órdenes y se llenan reportes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31: Formulario de reporte

Datos para el reporte

Lista de chequeo - Actividad/Inspección Funcionamiento / Estado

Encendido del equipo B R M N/A

Estado físico del equipo B R M N/A

Limpieza externa del equipo, accesorios/componentes B R M N/A

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO

	Realizado	/	Estado
limpieza general del equipo, accesorios/componentes	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
inspección modos de programación	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
lubricación / ajuste partes mecánicas	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito eléctrico/electrónico/electromecánico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito mecánico/rodamiento	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito neumático/electroneumático	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión sistema óptico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión sistema acústico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
verificación funcional del equipo al terminar el mantenimiento según protocolo	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A

Observaciones de la revisión

Guardar Cancelar

Activar
Ve a Cont

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Vista previa del formulario de reporte.

GEBIO		Creado por admin02		
		16	08	2021
NOMBRE DEL EQUIPO	Equipo-	RS		
MARCA	MMS demo	SERVICIO		
MODELO	Modelo demo	UBICACION		
ITEM	Modelo demo	PROCESAMIENTO DE MANTENIMIENTO	OTRO PREVENTIVO	
NOMBRE DE ACTIVO	sq123		OTRO PREVENTIVO	
CLASIFICACION BOMBERCA	SA		OTRO CORRECTIVO	
RECOMENDACIONES				
Observaciones de la revisión				
RECOMENDACIONES				
Recomendaciones				

LISTA DE CHEQUEO	FUNCIONAMIENTO ESTADO			
	B	R	M	N/A
ENCENDIDO DEL EQUIPO	X			
ESTADO FISICO DEL EQUIPO		X		
LIMPIEZA EXTERNA DEL EQUIPO, ACCESORIOS/COMPONENTES			X	
DESCRIPCION ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO		ESTADO	
	B	NO	REVISADO	NO REVISADO
LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO, ACCESORIOS/COMPONENTES	X			X
INSPECCION MODOS DE PROGRAMACION		X		X
LUBRICACION / AJUSTE PARTES MECANICAS			X	
REVISION CIRCUITO ELECTRICO/ELECTRONICO/ELECTROMECANICO				
REVISION CIRCUITO MECANICO/RODAMIENTO		X		X
REVISION CIRCUITO NEUMATICO/ELECTRONEUMATICO	X			B
REVISION SISTEMA OPTICO	X			X
REVISION SISTEMA ACUSTICO		X		X
VERIFICACION FUNCIONAL DEL EQUIPO AL TERMINAR EL MANTENIMIENTO SEGUN PROTOCOLO			X	B

Fuente: Elaboración propia.

Con el módulo de reporte de servicio se garantiza que, al momento de intervenir un equipo con mantenimiento preventivo o correctivo, se genera inmediatamente un reporte donde se especifican todas las actividades realizadas y este mismo reposa en el registro histórico de servicio de cada equipo.

5.2 Análisis estadístico del grado de satisfacción de los usuarios de la aplicación GESBIO.

Con el objetivo de determinar el proceso y acople del usuario de la App GESBIO, se procede a realizar pruebas de campo aplicadas por los ingenieros a cargo de los servicios de mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos biomédicos de la empresa PROGEMA.

Para las pruebas de campo se realizaron las siguientes actividades:

- Socialización de las actividades que se realizaron.

En la siguiente figura se muestra al ingeniero Carlos Olivera realizando la socialización de las actividades que se realizaron en la clínica AURORA DEL MAR con el fin de no tener ningún contratiempo en la culminación del proyecto, como tampoco causar incomodidades en las actividades cotidianas de los empleados de la clínica.

Figura 33: Socialización de las actividades



Fuente: Elaboración propia

- Capacitaciones a los usuarios sobre el uso de la App GESBIO.

La siguiente figura muestra y deja evidencia de la capacitación del uso de la aplicación GESBIO a los usuarios, en donde se les explica los beneficios obtenidos al implementar GESBIO en los protocolos de mantenimiento, en cuanto a organización y tiempo, también como ingresar con su usuario y contraseña que es un servicio en la nube, por lo que no consume memoria en sus dispositivos, además se les explican los demás menús, como crear la hoja de vida de un equipo, cambio de equipo, entre otros, esta actividad como paso previo a la simulación del uso de la aplicación GESBIO, se llevó a cabo a satisfacción.

Después de la capacitación se realizaron algunas pruebas, para luego poder aplicar una encuesta de satisfacción del usuario, la cual se realizó vía internet, mediante un formulario de Google, esta encuesta fue realizada por todos los usuarios que participaron en las capacitaciones.

Figura 34: Capacitaciones a los usuarios del uso de la App GESBIO



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de satisfacción de los usuarios de la aplicación GESBIO, se realizó una encuesta (ver anexo 4), la cual se aplicó a los jefes de área y encargados de los equipos los cuales están conformados de la siguiente manera;

Tabla 13: Personal encargado del manejo de equipos médicos

ÁREA	N° DE JEFES
SEDE MANGA	4
SEDE PIE DE LA POPA	5
ADMINISTRACION	1
TOTAL	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Genero

SEXO	CANTIDAD	PORCENTAJE
MUJERES	6	60%
HOMBRES	4	40%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Genero de las personas encuestadas



Fuente: Elaboración propia

De las diez personas encuestadas el 60% son mujeres y el 40% son hombres

1. ¿Unidad funcional donde labora?

Tabla 15: Unidad donde labora

UNIDAD DONDE LABORA	CANTIDAD	PORCENTAJE
CIRUGIA	4	40%
ADMINISTRACIÓN	1	10%
MANTENIMIENTO	3	30%
CONSULTA EXTERNA	2	20%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Unidad donde labora



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la unidad donde laboran de las 10 personas encuestadas, 4 son cirujanos que corresponde al 40%, 3 son de mantenimiento (30%), 2 son de consulta eterna (20%) y un administrativo (10%)

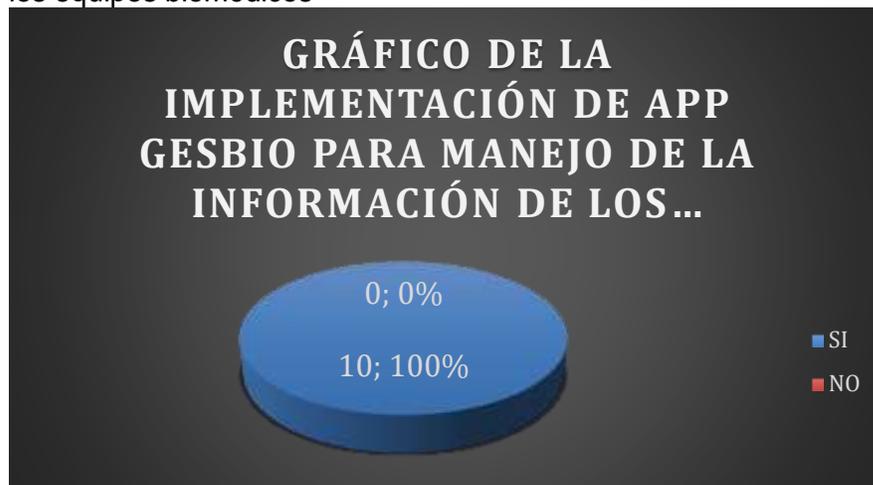
2. ¿Está de acuerdo con que se halla implementado un software móvil para el manejo de la información de los equipos biomédicos?

Tabla 16: Implementación de App GESBIO para manejo de información de los equipos biomédicos

¿ESTÁ DE ACUERDO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE APP GESBIO PARA MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS?	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Implementación de App GESBIO para manejo de información de los equipos biomédicos



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pregunta ¿Está de acuerdo con que se halla implementado un software móvil para manejar y gestionar la información de los equipos biomédicos?, de las 10 personas encuestadas todas respondieron que si estaban de acuerdo (100%)

3. ¿Está de acuerdo en que la estructura en que se presenta el software GESBIO es práctico y adaptativo?

Tabla 17: Practicidad y adaptación de GESBIO

PRACTICIDAD Y ADAPTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA APP GESBIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Practicidad y adaptación de GESBIO



Fuente: Elaboración propia

A la pregunta ¿Está de acuerdo en que la estructura en que se presenta el software GESBIO es práctico y adaptativo?, de las 10 personas encuestadas todas respondieron que si estaban de acuerdo (100%)

4. En el software GESBIO, ¿Considera que el submódulo de custodia de equipos es confiable y de fácil manejo?

Tabla 18: Facilidad y confiabilidad del submódulo de custodia de GESBIO

FACILIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SUBMODULO DE CUSTODIA DE EQUIPOS DE LA APP GESBIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	8	80%
NO	2	20%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Facilidad y confiabilidad del submódulo de custodia de GESBIO



Fuente: Elaboración propia

De las 10 personas encuestadas 8 (80%), Considera que el submódulo de custodia de equipos es confiable y de fácil manejo, el resto 20% respondió que no.

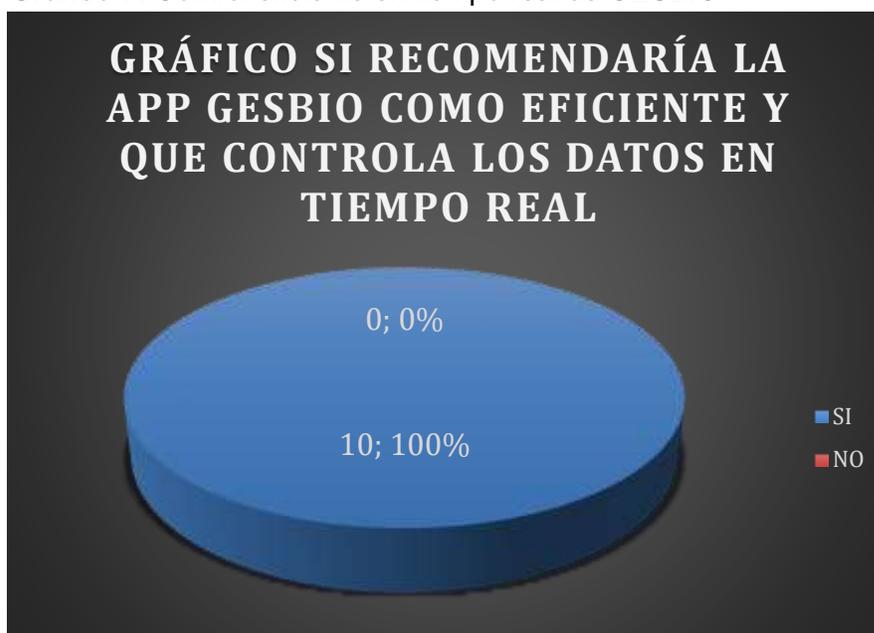
5. ¿Recomendaría el software GESBIO, como un sistema que brinda eficiencia y que garantiza un control de datos en tiempo real?

Tabla 19: Control eficiente en tiempo real de GESBIO

RECOMENDARÍA LA APP GESBIO COMO EFICIENTE Y QUE CONTROLA LOS DATOS EN TIEMPO REAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Control eficiente en tiempo real de GESBIO



Fuente: Elaboración propia

El 100% de las personas encuestadas recomendarían la APP GESBIO, como un sistema que brinda eficiencia y que garantiza un control de datos en tiempo real

6. ¿Al consultar la base de datos de los equipos biomédicos, en el software GESBIO, considera que es fácil de usar y le genera confianza?

Tabla 20: Facilidad y confianza de consultas en DB de GESBIO

FACILIDAD Y CONFIANZA EN LA CONSULTA DE LA BASE DE DATOS DE LA APP GESBIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Facilidad y confianza de consultas en DB de GESBIO



Fuente: Elaboración propia

El 100% de las personas encuestadas están de acuerdo que, al consultar la base de datos de los equipos biomédicos, en el software GESBIO, considera que es fácil de usar y le genera confianza

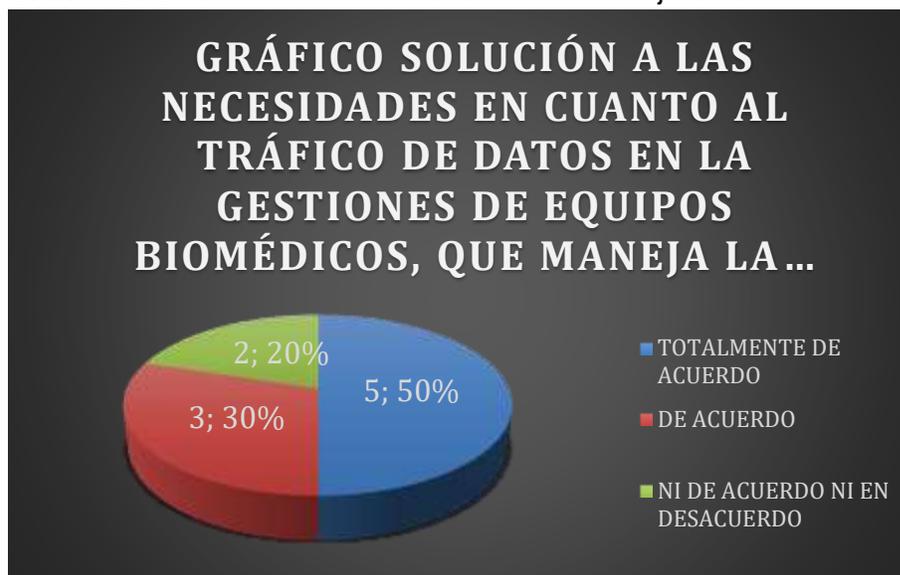
7. De acuerdo a su respuesta anterior, ¿considera que se ha dado solución a las necesidades en cuanto al tráfico de datos de gestiones de equipos biomédicos, que maneja la clínica AURORA DEL MAR?

Tabla 21: Solución a las necesidades en el manejo de datos

¿SE HA DADO SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES EN CUANTO AL TRÁFICO DE DATOS EN LA GESTIONES DE EQUIPOS BIOMÉDICOS, QUE MANEJA LA CLINICA AURORA DEL MAR?	CANTIDAD	PORCENTAJE
TOTALMENTE DE ACUERDO	5	50%
DE ACUERDO	3	30%
NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	2	20%
EN DESACUERDO	0	0%
TOTALMENTE EN DESACUERDO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Solución a las necesidades en el manejo de datos



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pregunta, ¿considera que se ha dado solución a las necesidades en cuanto al tráfico de datos de gestiones de equipos biomédicos, que maneja la clínica AURORA DEL MAR? El 50% está totalmente de acuerdo, el 30% está de acuerdo y el 20% ni de acuerdo ni en desacuerdo.

8. ¿Sabe cuáles son las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO?

Tabla 22: Alertas cronológicas de la App GESBIO

ALERTAS CRONOLOGICAS DE LA APP GESBIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	3	30%
CALIBRACIÓN	1	10%
TODAS LAS ANTERIORES	6	60%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Alertas cronológicas de la App GESBIO



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la pregunta, ¿Sabe cuáles son las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO?, el 60% respondió que si, el 30% mantenimiento preventivo y 10% calibración.

9. ¿Considera que es de suma importancia las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO?

Tabla 23: Importancias de las alertas cronológicas

IMPORTANCIA DE LAS ALERTAS CRONOLOGICAS DE LA APP GESBIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Importancias de las alertas cronológicas



Fuente: Elaboración propia

El 100% de las personas encuestadas Considera que es de suma importancia las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Al finalizar el proyecto se entregó una aplicación móvil denominada "GESBIO", la cual proporciona una interacción continua con las gestiones y departamento propios de los dispositivos biomédicos de la clínica AURORA DEL MAR. El sistema cuenta con una base de datos de los dispositivos biomédicos, los cuales tienen nombre, marca, modelo, serie, clasificación de riesgo, área, anotaciones. alertas por cronología de mantenimientos, calibraciones, el sistema dará aviso 30 y 15 días anticipados al departamento de equipos médicos. También cuenta con un formato digital de traslado de equipos, especial para las entregas de turno. formato único para registro de repuestos y accesorios, de dispositivos fuera de servicio, dispuestos para los jefes de enfermería o asignados de cada área.

Mediante la validación de funcionalidad del prototipo implementado y el modelo de gestión propuesto, se obtuvo un resultado favorable en la medición, la cual demostró que la aplicación funciona correctamente a través de pruebas de campo, como sondeos o consultas inter asistenciales con apoyo de la empresa PROGEMA contratada la cual es la responsable del servicio técnico de los equipos médicos de la clínica AURORA DEL MAR.

Se logro el desarrollo de una aplicación que funcione correctamente de forma eficiente y eficaz, la cual brinda un apoyo al proceso de documentación del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en la clínica AURORA DEL MAR en la gestión del mantenimiento de dichos dispositivos

Se encontró una gran aceptación entre los usuarios de la aplicación GESBIO implementada en la clínica AURORA DEL MAR, como se demuestra en el análisis de las encuestas de satisfacción realizadas a los jefes de área y profesionales que utilizan los equipos biomédicos de la clínica.

Se logró dar respuesta y solución en cuanto al manejo y tráfico de la información que intervienen en el mantenimiento preventivo de los dispositivos y equipos biomédicos que están a cargo de la empresa PROGEMA, pertinente a los protocolos de la gestión del

mantenimiento de dichos equipos, por lo que se logró la entrega a satisfacción de la aplicación GESBIO, ya que gracias a esta aplicación según las pruebas realizadas por la empresa PROGEMA, se evidencia que con el uso de la aplicación se facilita la organización de la documentación, se reduce significativamente los tiempos en documentación como también el de los protocolos aplicados en la gestión del mantenimiento y mejora el proceso de seguimiento e inspección de los equipos que necesitan mantenimientos, puesto que se obtienen en tiempo real.

Teniendo en cuenta la opinión del personal biomédico de la empresa PROGEMA, finalmente se concluye que gracias a la implementación de la aplicación GESBIO en la clínica AURORA DEL MAR, como apoyo de la gestión de mantenimiento preventivo en sus equipos biomédicos, se facilita el seguimiento y control de sus dispositivos médicos, se reduce significativamente el tiempo en realizar los protocolos de la documentación y se optimizan en disminuir el tiempo y los recursos físicos en los procesos de mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica AURORA DEL MAR.

Inicialmente los resultados obtenidos, solo se pueden aplicar a la clínica AURORA DEL MAR. Por ser la fuente discreta de información y punto de partida de la necesidad en las gestiones biomédicas.

Finalmente, según los resultados obtenidos en la auditoría realizada después de la implementación del software, la encuesta realizada al personal de la clínica aurora del mar y el concepto técnico de los ingenieros de la empresa PROGEMA se concluye que el mayor impacto positivo se presenta en la mejora de la gestión documental y formularios que garantizan el cumplimiento de la resolución 3100 del 2019 y el decreto 4725 del 2015; disminución de los tiempos de ejecución de los protocolos de mantenimiento, así como en la verificación e inspección de los equipos biomédicos en tiempo real.

6.2 Recomendaciones

Para el buen uso de la aplicación GESBIO, se debe capacitar al personal existente y a los nuevos profesionales de la salud que ingresen a laborar en la clínica AURORA DEL MAR, así como la entrega física o digital del manual de usuario.

No se recomienda implementar la aplicación GESBIO a otra clínica, diferente a AURORA DEL MAR, aunque se trate de una clínica que preste los mismos servicios de salud, puesto que el diseño de la aplicación GESBIO se realizó según las necesidades y procedimientos de los protocolos de la gestión del mantenimiento de sus equipos además la clínica AURORA DEL MAR fue la única fuente discreta de información y punto de partida.

Se recomienda a la empresa PROGEMA, tratar en lo posible no modificar sus protocolos en la documentación y procedimientos del mantenimiento preventivo y si fuese necesario cambiarlos deberá realizar dichos cambios en la aplicación GESBIO lo que implicaría contratar a un profesional en la materia.

Se recomienda para cuestiones de escalabilidad para otra sede de la clínica AURORA DEL MAR, estandarizar todos los formatos de mantenimiento y los protocolos de los diferentes equipos biomédicos.

ANEXOS

ANEXO N°1: Contrato entre la clínica AURORA DEL MAR y PROGEMA

**CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
BIOMEDICOS SUSCRITO ENTRE CLINICA AURORA DEL MAR Y JOSÉ DAVID PINEDA
ARREGOCÉS – ING BIOMÉDICO**

No DE CONTRATO: 002-2021

CONTRATISTA: JOSÉ DAVID PINEDA ARREGOCÉS

NIT CONTRATISTA: 1122819913-1

CONTRATANTE: CLINICA AURORA DEL MAR

NIT CONTRATANTE: 901.169.050-3_____

Entre los suscritos a saber, LILIANA MARCELA GARAY MEDINA, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía No 22.807.606 expedida en Cartagena (Bolívar), en calidad de representante legal de la empresa CLINICA AURORA DEL MAR con NIT 901.169.050-3, obrando en su nombre y representación, y que para efectos de la presente adelante se denominará el CONTRATANTE; y de la otra, JOSÉ DAVID PINEDA ARREGOCÉS, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.122.819.913 de Barrancas (Guajira), quien para los efectos del presente contrato se denominará el CONTRATISTA, se ha convenido celebrar el contrato de prestación de servicios que se rige por las cláusulas siguientes:

PRIMERA. OBJETO. EL CONTRATISTA se compromete con EL CONTRATANTE a prestar, con suma diligencia, dedicación y con plena autonomía, los servicios de mantenimiento preventivo de equipos Biomédicos del CONTRATANTE, que siendo propiedad (CLINICA AURORA DEL MAR) lo requieran. **PARAGRAFO PRIMERO:** El servicio prestado por EL CONTRATISTA solo incluye la provisión de mano de obra calificada para el mantenimiento preventivo de los equipos, quedando a cargo del **CONTRATANTE** asumir los costos de repuestos que los equipos requieran, sin que ello vaya en detrimento del valor pactado con **EL CONTRATISTA**.

PARÁGRAFO SEGUNDO. Se establece como lugar de ejecución del presente contrato la ciudad de Cartagena, en caso de requerirse el traslado de ciudad de los empleados del **CONTRATISTA**, para la el cumplimiento de las obligaciones contraídas, el **CONTRATISTA** asumirá los viáticos, sin perjuicio de la devolución o pago de los mismo por parte del **CONTRATANTE**.

SEGUNDA. EJECUCIÓN DEL CONTRATO: Para la correcta ejecución y cumplimiento del presente contrato, conforme a los requerimientos señalados por EL CONTRATANTE, EL CONTRATISTA deberá sujetarse al siguiente plan de trabajo:

1.. Ejecución de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos identificados previamente en inventario 2. Presentación de reporte de mantenimiento. 3. Realización y entrega de cronograma de mantenimiento. 4. Hoja de vida de equipos biomédicos de ser necesario según lo estipulado.

ANEXO N°2: Autorización y apoyo de PROGEMA para realizar los estudios.



PROGEMA S.A.S.
Laboratorio de metrología y soluciones integrales en ingeniería

PROGEMA S.A.S - NIT 901.363.607-6

Cartagena, 17 de Junio del 2022

Señores:

COMITÉ TRABAJOS DE GRADO.

Facultad Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica –
FIMEB Universidad Antonio Nariño Sede Cartagena.

Asunto: Autorización para realización de trabajos profesionales de índole académica.

El suscrito Representante Legal de la empresa **Progema s.a.s** identificada con el NIT No. 901.363.607-6, se permite CERTIFICAR ante el Comité de Grados de la Facultad Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica – FIMEB, de la Universidad Antonio Nariño, que se autoriza y respalda a: CARLOS HALETH OLIVERA CONTRERAS, identificado con la C.C. No. 1.005.567.054, en su calidad de estudiantes de VIII semestre del programa de ingeniería biomédica de la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE CARTAGENA; para que adelanten las actividades relacionadas con la propuesta para trabajo de grado titulada: "Desarrollo de una APP para la gestión de mantenimiento de equipos biomédicos de la Clínica CRECER Ltda" para la empresa PROGEMA S.A.S.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo e implementación de este proyecto está enfocado con el plan de mejoramiento continuo en procesos dentro de la empresa. Trabajo que se realizará la Clínica Auroa del Mar, en sus dos sedes ubicadas en el Barrio Manga y Barrio pie de la popa de la ciudad de Cartagena.

Se aclara que el autor del proyecto asumirá los costos de: consultas, diseño e implementación del proyecto en mención.

Para certificar la autenticidad de esta certificación, registro como correo electrónico institucional info@progemasas.com.co

Cordialmente.

Geidy del Carmen Garcés Arrieta
1.047.442.066 de Cartagena.
Representante legal.

 3023076337  ventas@progemasas.com.co  www.progemasas.com.co

 Barrio la providencia Diagonal 32 # 71 - 39
Cartagena, Bolivar - Colombia

ANEXO N°3: Ingenieros de PROGEMA responsables del servicio técnico de los equipos de la clínica AURORA DEL MAR

El representante legal José David Pineda Arregocés de la empresa PROGEMA, es el principal responsable del protocolo y la realización del mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica AURORA DEL MAR, en la siguiente figura se muestra a un equipo de ingenieros realizando el mantenimiento a los equipos biomédicos.



ANEXO N°4: Encuesta de satisfacción en formulario Google

Encuesta Satisfacción Software GESBIO

La siguiente encuesta tiene como objetivo validar el nivel de satisfacción en efectividad de un sistema de gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos mediante una aplicación móvil en la clínica AURORA DEL MAR.

Día a día queremos mejorar, ayúdanos a hacerlo, sólo serán unos minutos de tu tiempo y tus respuestas serán confidenciales y anónimas. Por eso te pedimos que respondas objetivamente y con sinceridad las siguientes preguntas, de eso depende prestarte un mejor servicio.

Nombres y apellidos:

Respuesta corta

Texto de respuesta breve

Clave de respuesta (0 puntos) Obligatoria

Sexo:

Hombre

Mujer

1. ¿Unidad funcional dónde labora? *

Cirugía

Recuperación

Consulta externa

Anestesiología

Otra...

2. ¿Está de acuerdo con que se halla implementado un software móvil para el manejo de la información de los equipos biomédicos? *

SI

NO

3. ¿Está de acuerdo en que la estructura en que se presenta el software GESBIO es práctico y adaptativo? *

SI

4. En el software GESBIO, ¿Considera que el submódulo de custodia de equipos es confiable y de fácil manejo? *

- SI
- NO

5. ¿Recomendaría el software GESBIO, como un sistema que brinda eficiencia y que garantiza un control de datos en tiempo real? *

- SI
- NO

6. ¿Al consultar la base de datos de los equipos biomédicos, en el software GESBIO, considera que es fácil de usar y le genera confianza? *

- SI
- NO

7. De acuerdo a su respuesta anterior, ¿considera que se ha dado solución a las necesidades en cuanto al tráfico de datos de gestiones de equipos biomédicos, que maneja la clínica AURORA DEL MAR? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿Sabe cuáles son las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO? *

- Mantenimiento preventivo
- Calibración
- Todas las anteriores

9. Considera que es de suma importancia las alertas cronológicas que brinda el software GESBIO? *

- SI
- NO

ANEXO N°5: Auditoría interna realizada el 15 de julio de 2022.

AUDITORIA CUMPLIMIENTO RESOLUCION 3100 DEL 2015 - ESTANDAR DE DOTACION							
Entidad	Clinica aurora del mar sede manga y pie de la popa	Fecha	15/07/2022	Responsable	Dpto de auditoria		
Estandar	Criterios	Estado	Comentarios	Calificación	Porcentaje	Puntaje	
TSDOT	1. El prestador de servicios de salud cuenta con el registro de la relación de los equipos biomédicos requeridos para la prestación de servicios de salud, este registro cuenta como mínimo con la siguiente información:			de 1 a 10	%	%	
TSDOT	1.1. Nombre del equipo biomédico.	C		10	3%	3%	
TSDOT	1.2. Marca	C		10	3%	3%	
TSDOT	1.3. Modelo	C		10	2%	2%	
TSDOT	1.4. Serie.	C		10	2%	2%	
TSDOT	1.5. Registro sanitario para dispositivos médicos o permiso de comercialización para equipos biomédicos de tecnología controlada, cuando lo requiera.	NC	El formato de inventario no cuenta con el ítem de Registro sanitario.	0	10%	0%	
TSDOT	1.6. Clasificación por riesgo, cuando el equipo lo requiera.	NC	El formato de inventario no cuenta con el ítem de Clasificación de riesgo.	0	10%	0%	
TSDOT	2. El prestador de servicios de salud garantiza las condiciones técnicas de calidad de los equipos biomédicos, para lo cual cuenta con:					0%	
TSDOT	2.1 Programa de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, que incluya el cumplimiento de las recomendaciones establecidas por el fabricante o de acuerdo con el protocolo de mantenimiento que tenga definido el prestador, éste último cuando no esté definido por el fabricante.	C		7	15%	11%	
TSDOT	2.2 Hoja(s) de vida de(los) equipo(s) biomédico(s), con los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos, según corresponda.	NC	El formato de hoja de vida no cuenta con registro de los mantenimientos realizados.	0	10%	0%	
TSDOT	3. El prestador de servicios de salud cuenta con un programa de capacitación en el uso de dispositivos médicos cuando éstos lo requieran, el cual puede ser desarrollado por el fabricante, importador o por el mismo prestador.	C		7	10%	7%	
TSDOT	4. La dotación de los servicios de salud está en concordancia con lo definido por el prestador en el estándar de procesos prioritarios.	C		7	3%	4%	
TSDOT	5. La suficiencia de equipos biomédicos está relacionada con la frecuencia de uso de los mismo, incluyendo los tiempos del proceso de esterilización, cuando aplique.	C		7	5%	4%	
TSDOT	6. El mantenimiento de los equipos biomédicos es ejecutado por el talento humano profesional, tecnólogo o técnico en áreas relacionadas. Este mantenimiento puede ser realizado directamente por el prestador de servicios de salud o mediante contrato o convenio con un tercero.	C		10	5%	5%	
TSDOT	7. Los prestadores que ofrecen servicios de salud en modalidad extramural no pueden elaborar ni adaptar dispositivos médicos sobre medida.	C		10	5%	5%	
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO						100%	80%
Observaciones: No pasa auditoría interna debido a que los formatos implementados no se encuentran actualizados, el formato de inventario no cuenta con los ítems de clasificación de riesgo ni registro sanitario, adicional a eso el formato de hoja de vida no cuenta con los registros de mantenimientos realizados a los equipos biomédicos, se recomienda actualizar formatos con base a los requerimientos de la resolución 3100 del 2015.							

ANEXO N°6: Auditoría interna realizada el 3 de octubre de 2022.

AUDITORIA CUMPLIMIENTO RESOLUCION 3100 DEL 2019 - ESTANDAR DE DOTACION							
Entidad	Clinica aurora del mar sede manga y pie de la popa	Fecha	3/10/2022	Responsable	Dpto de auditoria		
Estandar	Criterios	Estado	Comentarios	Calificación	Porcentaje	Puntaje	
TSDOT	1. El prestador de servicios de salud cuenta con el registro de la relación de los equipos biomédicos requeridos para la prestación de servicios de salud, este registro cuenta como mínimo con la siguiente información:			de 1 a 10	%	%	
TSDOT	1.1. Nombre del equipo biomédico	C		10	3%	3%	
TSDOT	1.2. Marca	C		10	3%	3%	
TSDOT	1.3. Modelo	C		10	2%	2%	
TSDOT	1.4. Serie	C		10	2%	2%	
TSDOT	1.5. Registro sanitario para dispositivos médicos o permiso de comercialización para equipos biomédicos de tecnología controlada, cuando lo requiera.	C		10	15%	15%	
TSDOT	1.6. Clasificación por riesgo, cuando el equipo lo requiera.	C		10	15%	15%	
TSDOT	2. El prestador de servicios de salud garantiza las condiciones técnicas de calidad de los equipos biomédicos, para lo cual cuenta con:					0%	
TSDOT	2.1. Programa de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, que incluya el cumplimiento de las recomendaciones establecidas por el fabricante o de acuerdo con el protocolo de mantenimiento que haya definido el prestador, este último cuando no está definido por el fabricante	C		8	15%	12%	
TSDOT	2.2. Hoja(s) de vida de(los) equipo(s) biomédico(s), con los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos, según corresponda.	C		10	15%	15%	
TSDOT	3. El prestador de servicios de salud cuenta con un programa de capacitación en el uso de dispositivos médicos cuando éstos lo requieran, el cual puede ser desarrollado por el fabricante, importador o por el mismo prestador.	C		8	10%	8%	
TSDOT	4. La dotación de los servicios de salud está en concordancia con lo definido por el prestador en el estándar de procesos prioritarios.	C		8	5%	4%	
TSDOT	5. La suficiencia de equipos biomédicos está relacionada con la frecuencia de uso de los mismo, incluyendo los tiempos del proceso de esterilización, cuando aplique.	C		7	5%	4%	
TSDOT	6. El mantenimiento de los equipos biomédicos es ejecutado por el talento humano profesional, tecnólogo o técnico en áreas relacionadas. Este mantenimiento puede ser realizado directamente por el prestador de servicios de salud o mediante contrato o convenio con un tercero.	C		10	5%	5%	
TSDOT	7. Los prestadores que ofrecen servicios de salud en modalidad estruñal no pueden elaborar ni adaptar dispositivos médicos sobre medida.	C		10	5%	5%	
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO						300%	93%
Observaciones: Pasa auditoría con 93% de aprobación, la implementación del software GESBIO mejoró notablemente la organización de la información y los formatos se encuentran acorde a resolución 3100 del 2019.							

ANEXO N°7: Manual de uso de la aplicación GESBIO

Este manual proporciona los detalles y el requerimiento para el correcto uso de la aplicación móvil GESBIO con el objetivo de brindarle al personal que utilice el software una guía que asegure su correcto uso.

REQUERIMIENTOS

Los requerimientos mínimos que debe tener el móvil para que la aplicación GESBIO funcione correctamente son los siguientes:

- ✓ Sistema operativo Android 7.0 o mayor
- ✓ Conectividad a internet WIFI 3G en adelante
- ✓ Procesador de 1,2 GHz en adelante
- ✓ Memoria RAM no aplica se trabaja en la nube
- ✓ Memoria ROM no aplica se trabaja en la nube

INSTALACIÓN

Debido a que la aplicación se trabaja en la nube, no requiere la instalación en el equipo móvil, por lo que no consume memoria y no se almacena la información en el equipo, solo hay que ir al link <http://cmms-poc.surge.sh/login> para ingresar a la aplicación con su usuario y contraseña creados por el administrador, al dar clic al link se obtiene la siguiente ventana en donde se debe ingresar con el usuario y la contraseña que le proporciona el administrador.

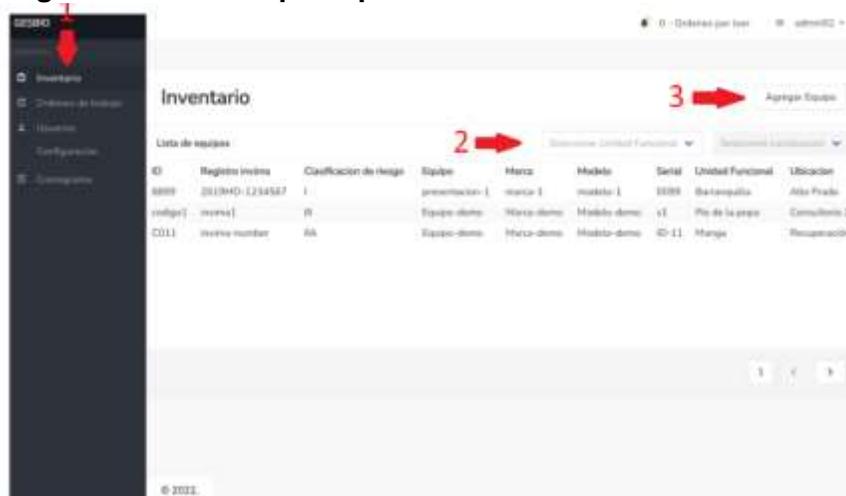
Figura 35: Ingreso de usuario



Fuente: Elaboración propia

1. Al acceder se muestra la ventana principal.
 1. Del lado izquierdo encontramos el menú principal.
 2. En la parte central está el inventario de equipos con su información correspondiente, cuenta con dos casillas para filtrar por ubicación.
 3. Sobre las casillas se encuentra la opción de crear equipo.

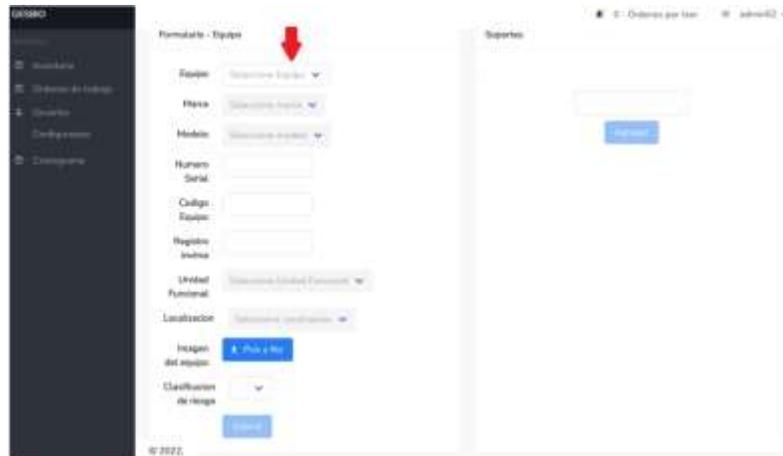
Figura 36: Ventana principal



Fuente: Elaboración propia

2. Al acceder en la opción de crear equipo, se mostrará el formulario para agregar equipo el cual se debe diligenciar con la información del equipo.

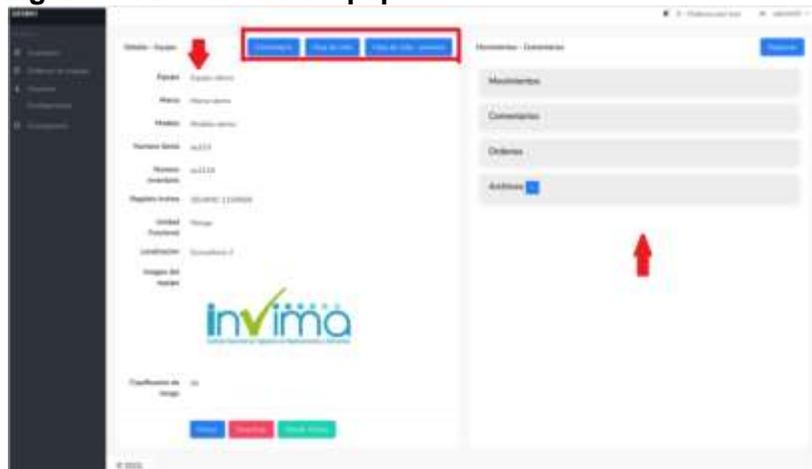
Figura 37: Formulario para agregar equipo



Fuente: Elaboración propia

3. Seleccionando un equipo del inventario se mostrará el detalle del equipo, en la parte izquierda; las opciones de ver los movimientos, ver y agregar comentarios, ver ordenes de trabajo, y ver y adjuntar archivos, en la parte derecha.
 - En la parte central superior, se encuentran las opciones de actualizar la hoja de vida del equipo, la vista previa de esta y la opción para realizar un comentario.

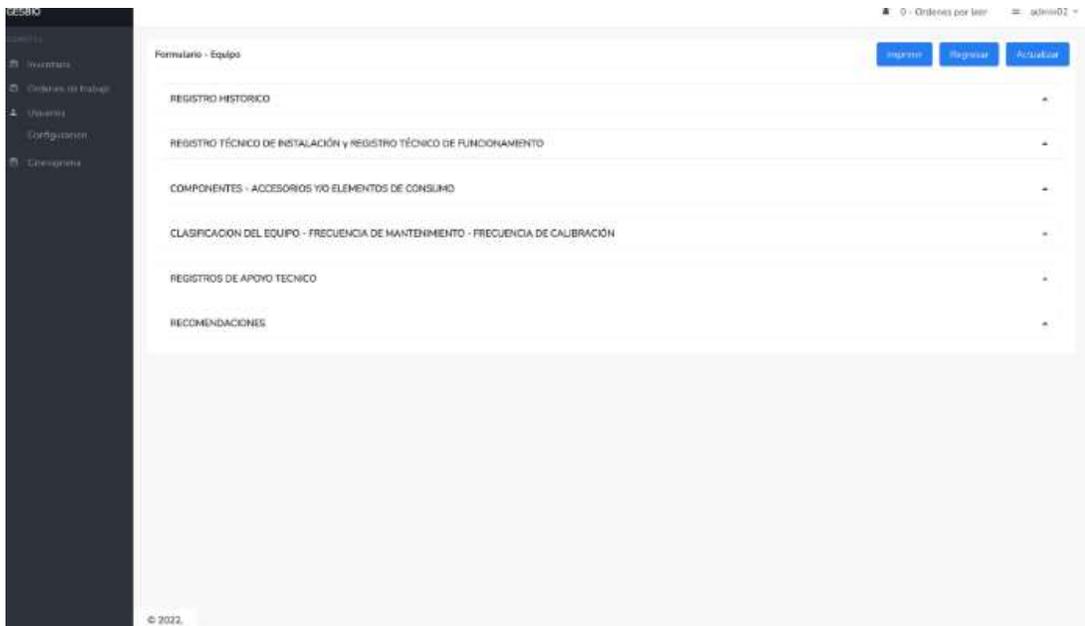
Figura 38: Detalles del equipo



Fuente: Elaboración propia

4. Al ingresar a hoja de vida, saldrá el formulario de la hoja de vida del equipo y se podrá ingresar dicha información del equipo, como se muestra a continuación.

Figura 39: Formulario de hoja de vida del equipo



Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Registro histórico

REGISTRO HISTORICO

FORMA DE ADQUISICIÓN	DOCUMENTO	FECHA DE COMPRA	PROVEEDOR	TITULAR	FECHA DE INSTALACIÓN
COST. ADQUISICIÓN	AÑO DE FABRICACIÓN	FABRICANTE	CORREO 1	CIUDAD 1	CORREO 2
CIUDAD 2	TEL. null	VENC. GARANTÍA	INICIO DE OPERACIÓN	TIPO DE EQUIPO <input type="radio"/> FIJO <input type="radio"/> MÓVIL	LUGAR DE ORIGEN
VIDA ÚTIL (Años)	Descripción				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41: Registro histórico y técnico de funcionamiento

REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN y REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO

REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN

FUENTE DE ALIMENTACIÓN	TECNOLOGÍA PREDOMINANTE	VOLTAJE MÁXIMO	VOLTAJE MÍNIMO	CORRIENTE
TEMPERATURA	POTENCIA	FRECUENCIA	PRESIÓN	VELOCIDAD
PESO	OTROS			

REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO

VOLTAJE	RANGO DE CORRIENTE	RANGO DE POTENCIA	RANGO FRECUENCIA	RANGO DE PRESIÓN
RANGO DE VELOCIDAD	RANGO DE TEMP.	PESO (kg) null	RANG. DE HUMEDAD	SEGU. ELÉCTRICA TIPO <input type="radio"/> B <input type="radio"/> BF <input type="radio"/> CF
ALTO	LARGO	ANCHO	COLOR	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42: Clasificación del equipo, frecuencias de mantenimiento y calibración

CLASIFICACION DEL EQUIPO - FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO - FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN

CLASIFICACION DEL EQUIPO <input type="checkbox"/> DIAGNOSTICO <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO Y MANT. DE VIDA <input type="checkbox"/> REHABILITACIÓN <input type="checkbox"/> ANALISIS DE LABORATORIO <input type="checkbox"/> EQUIPO DE APOYO	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> 3 meses <input type="checkbox"/> 4 meses <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses	FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN <input type="checkbox"/> 6 meses <input type="checkbox"/> 12 meses <input type="checkbox"/> 24 meses <input type="text" value="other"/>
COMPONENTES - ACCESORIOS Y/O ELEMENTOS DE CONSUMO		
RECOMENDACIONES		
MANTENIMIENTO (RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE)	OBSERVACIONES ADICIONALES	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43: Registro de apoyo técnico

REGISTROS DE APOYO TECNICO

HANDBOOK <input type="checkbox"/> SERVICIO <input type="checkbox"/> USUARIO <input type="checkbox"/> COMPONENTES <input type="checkbox"/> DESPIECE <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PARTES	IDIOMAS <input type="checkbox"/> ESPAÑOL <input type="checkbox"/> INGLES <input type="checkbox"/> FRANCÉS <input type="checkbox"/> PORTUGUÉS <input type="text" value="Otros"/>	PLANOS <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> ELECTRÓNICO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICO <input type="checkbox"/> MECÁNICO <input type="text" value="Otros"/>
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

- Después de haber llenado y guardado la información en la hoja de vida, podremos ver la vista previa de la hoja de vida en la opción Hoja de vida – preview, como se muestra posteriormente.

Figura 44: Vista previa de la hoja de vida

	DEPARTAMENTO:	BOLIVAR		
	CIUDAD:	CARTAGENA		
	DIRECCIÓN:	MANGA CALLE 25 CRA 22-86		
	Descripción:			
DEPENDENCIA:	Manga	ESPACIO:	Consultorio 2	

REGISTRO HISTÓRICO					
MONITOR DE SIGNOS VITALES					
INVENTARIO	ss2134	MARCA	Marca-demo	REPRESENTANTE:	
FECHA DE COMPRA	10 Nov 2020	MODELO	Modelo-demo	CONTACTO	
FECHA DE INSTALACIÓN		SERIE		TELÉFONO:	
CODIGO EQUIPO	as2134	REGISTRO INVIMA	sq123	CORREO:	fake@example.co
TIPO DE ADQUISICIÓN		COSTO		FABRICANTE:	M

REGISTRO TÉCNICO			
VOLTAJE DE OPERACIÓN		PRESIÓN	
POTENCIA CONSUMIDA	N/A	PESO	
FRECUENCIA		FUENTE DE ALIMENTACIÓN	N/A

REGISTRO DE APOYO TÉCNICO			
MANTENIMIENTO	MANUALES	EMPRESA RESPONSABLE DEL MTTT	ACCESORIOS
	OPERACIÓN:	CONTRATADO	
	SERVICIO:		

MANTENIMIENTO					
FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN					
FRECUENCIA DE MTTT					

CLASIFICACIÓN						
USO:	MEDICO		BÁSICO		APOYO	
COMPLEJIDAD:	ALTA		MEDIA		BAJA	
CLASIFICACIÓN POR RIESGO:	I	IIA	X	IIB		III
CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA:	DIAGNÓSTICO	PREVENCIÓN SEÑALIZACIÓN		ANÁLISIS DE LABORATORIO		TRATAMIENTO Y MTTT
TECNOLOGÍA PREDOMINANTE:						

RECOMENDACIONES ANTES Y DESPUÉS DE MANTENIMIENTOS

Fuente: Elaboración propia

- Al darle en opción mover, saldrá un pequeño formulario, para actualizar la ubicación del equipo.

Figura 45: Formulario para actualizar la ubicación del equipo

Mover Equipo: Equipo-demo - sq123

Unidad Funcional

Localización

Solicitado por

Mover
Cancelar

Fuente: Elaboración propia

- Al acceder a crear orden de trabajo saldrán tres casillas donde saldrá la fecha de cuando se crea la orden, el tipo de orden que desea crear y la descripción de la orden, como se muestra a continuación.

Figura 46: Crear orden de trabajo



Crear orden: Equipo-demo - sq123

Fecha: 10/16/2022

Tipo: Preventivo
 Recurrente
 Eventual

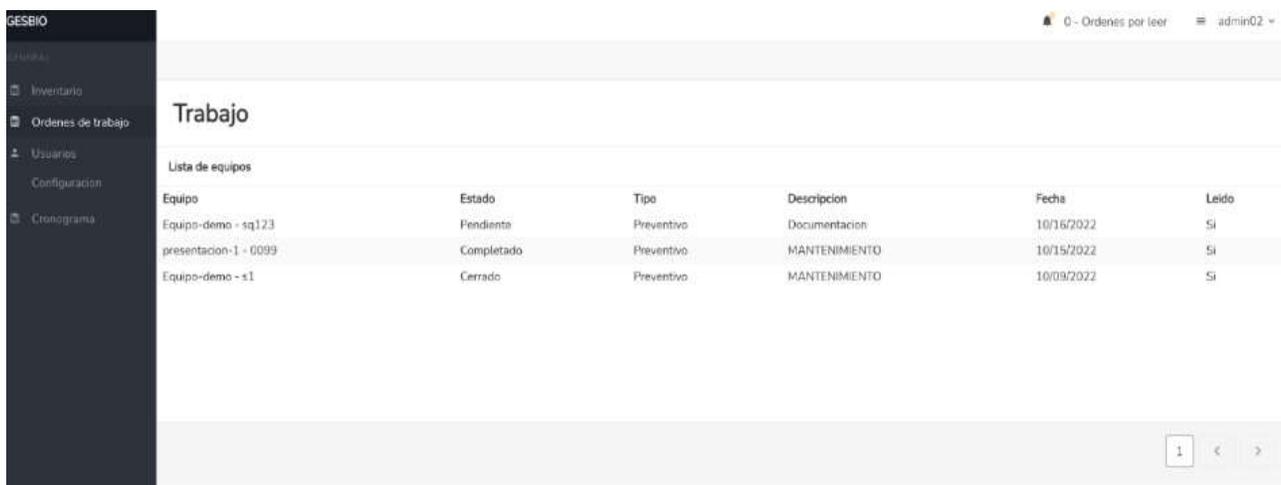
Descripción:

Crear orden Cancelar

Fuente: Elaboración propia

- Al ingresar en el menú principal, en la opción orden de trabajo, se visualiza todas las ordenes pendientes, como se muestra a continuación.

Figura 47: Ordenes pendientes



GESBIO

0 - Ordenes por leer admin02

Trabajo

Lista de equipos

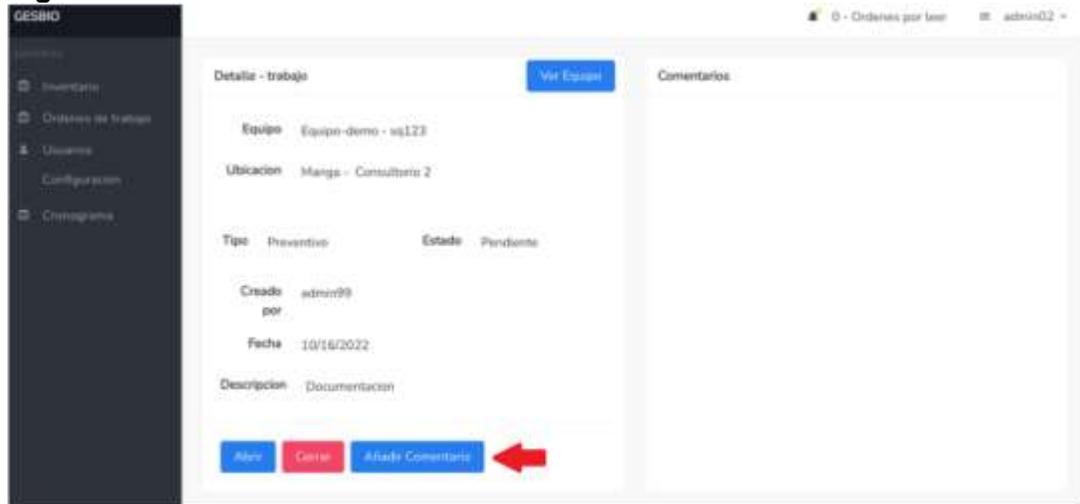
Equipo	Estado	Tipo	Descripción	Fecha	Leído
Equipo-demo - sq123	Pendiente	Preventivo	Documentacion	10/16/2022	Si
presentacion-1 - 0099	Completado	Preventivo	MANTENIMIENTO	10/15/2022	Si
Equipo-demo - s1	Cerrado	Preventivo	MANTENIMIENTO	10/09/2022	Si

1 < >

Fuente: Elaboración propia

9. Al darle clic en una orden de trabajo se mostrará el detalle de la orden.
 - En la parte inferior, saldrán tres opciones:
 - Abrir: Al dar un clic se indicará que la orden está en proceso y un segundo clic permite crear el reporte de la actividad realizada al equipo.
 - Cerrar: Permite cerrar la orden.
 - Comentario: Permite hacer una observación del equipo.

Figura 48: Detalles de la orden



Fuente: Elaboración propia

10. Al darle clic por segunda vez en la opción "Abrir", se mostrará el formato de reporte para diligenciar, el cual se muestra a continuación.

Figura 49: Formato para reporte

Datos para el reporte

Lista de chequeo - Actividad/Inspección Funcionamiento / Estado

Encendido del equipo B R M N/A

Estado físico del equipo B R M N/A

Limpieza externa del equipo, accesorios/componentes B R M N/A

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO

	Realizado	/	Estado
limpieza general del equipo, accesorios/componentes	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
inspección modos de programación	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
lubricación / ajuste partes mecánicas	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito eléctrico/electrónico/electromecánico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito mecánico/rodamiento	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión circuito neumático/electroneumático	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión sistema óptico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
revisión sistema acústico	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A
verificación funcional del equipo, al terminar el mantenimiento según protocolo	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A		<input type="radio"/> B <input type="radio"/> R <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N/A

Observaciones de la revision

Recomendaciones

Guardar Cancelar

Fuente: Elaboración propia

11. Después de haber diligenciado el formato de reporte y guardarlo saldrá la opción de “Reporte”, al darle clic saldrá la vista previa como se muestra a continuación.

Figura 50: Vista previa del reporte

GESBIO		Creado por			
		admin02			
NOMBRE DEL EQUIPO	Equipo-	RS	16	10	2022
MARCA	Modelo-demo	SERVICIO			
MODELO	Modelo-demo	UBICACION			
SERIE	Modelo-demo	PROCEDIMIENTO			
NUMERO DE ACTIVO	sq123	DE MANTENIMIENTO			
CLASIFICACION NOMINATIVA	IA				
Observaciones					
Observaciones					
LISTA DE CHECKEAD			FUNCIONAMIENTO/ ESTADO		
ACTIVIDAD/INSPECCION					
ENCENDIDO DEL EQUIPO			X		
ESTADO FISICO DEL EQUIPO				X	
LIMPIEZA EXTERNA DEL EQUIPO, ACCESORIOS / COMPONENTES					X
DESCRIPCION ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO			REALIZADO		
			SI	NO	N/A
LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO, ACCESORIOS/COMPONENTES			X		
INSPECCION MODO DE PROGRAMACION				X	
LUBRICACION Y ADJUNTE PARTES MECANICAS				X	
REVISION CREDITO ELECTRICO/ELECTRONICO/ELECTROMECANICO					X
REVISION CREDITO MECANICO/REPOSICION				X	
REVISION CREDITO NEUMATICO/ELECTRONEUMATICO			X		
REVISION SISTEMA OPTICO			X		
REVISION SISTEMA ACUSTICO				X	
VERIFICACION FUNCIONAL DEL EQUIPO, AL TERMINAR EL MANTENIMIENTO SEGUN PROTOCOLO				X	X
OBSERVACIONES DE LA REVISION					
Observaciones de la revision					
RECOMENDACIONES					
Recomendaciones					

Fuente: Elaboración propia

12. En el menú principal en la opción de “usuarios” podemos ver los usuarios creados, la información de cada usuario y en la parte superior derecha visualizamos la opción de agregar usuario.

Figura 51: Menú de usuario

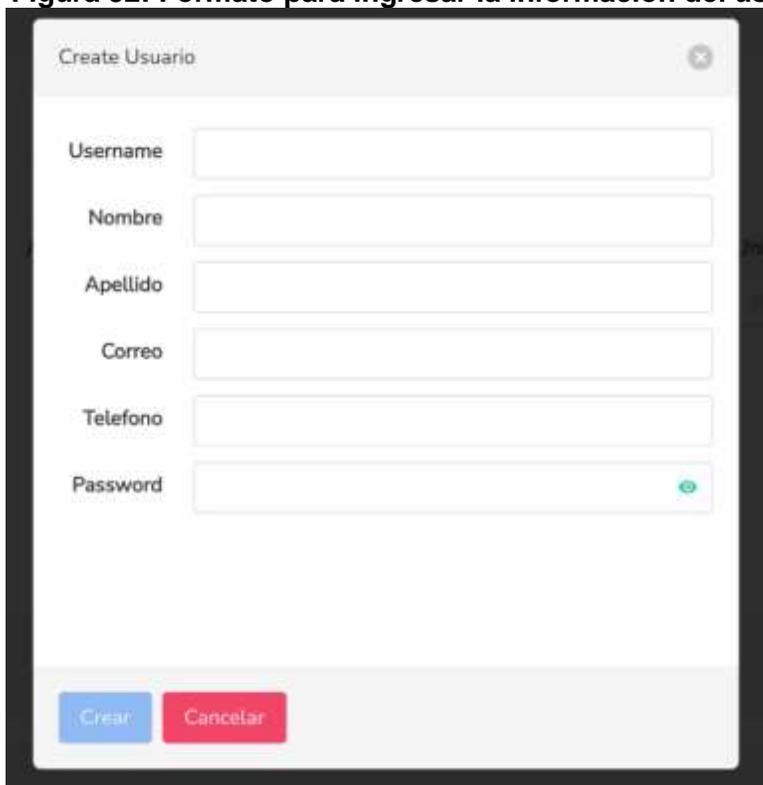
The screenshot shows the 'Usuarios' page in the GESBIO system. On the left, a dark sidebar contains the menu items: 'GENERAL', 'Inventario', 'Ordenes de trabajo', 'Usuarios', 'Configuracion', and 'Cronograma'. The main content area has a header with '1 - Ordenes por leer' and 'admin02'. Below the header, the title 'Usuarios' is displayed next to an 'Agregar Usuario' button with a red arrow pointing to it. A table titled 'Lista de equipos' (though it lists users) is shown with the following data:

usuario	Nombre	Apellido	Email	Telefono	Estado	Rol	Unidad Funcional	Ubicacion
admin99	admin02		admin2@mail.com		Activo	Administrador	seleccione Unidad Funcional	seleccione Ubicacion

Fuente: Elaboración propia

13. Cuando damos clic en “Agregar usuario”, se desplegará un formato, el cual se debe llenar con los datos del usuario como se muestra posteriormente.

Figura 52: Formato para ingresar la información del usuario



Formulario para crear un usuario con los siguientes campos:

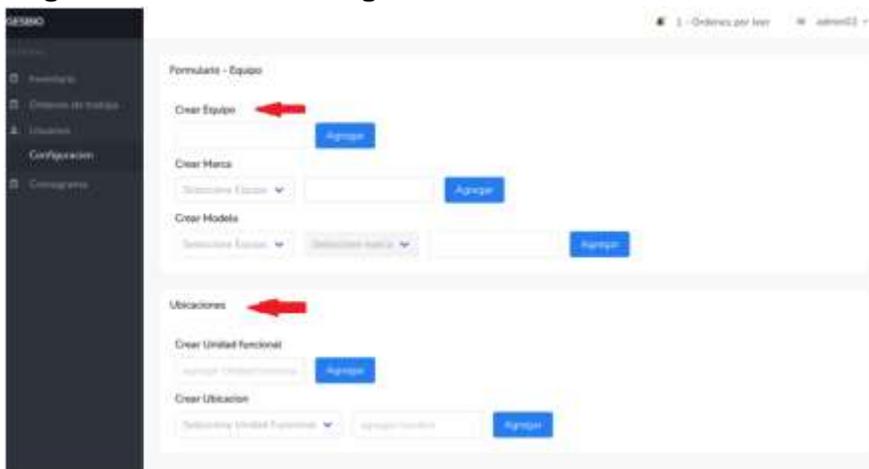
- Username
- Nombre
- Apellido
- Correo
- Telefono
- Password

Botones: Crear, Cancelar

Fuente: Elaboración propia

14. En el menú principal la opción “Configuración”, podemos crear equipos, marcas y modelos que no estén registrados en la APP, en la parte inferior llamada “Ubicaciones” podemos crear las áreas asistenciales de la institución que no se encuentren registradas en la APP.

Figura 53: Menú de configuración



Menú de configuración con las siguientes opciones:

- Formulatio - Equipo
 - Crear Equipo
 - Crear Marca
 - Crear Modelo
- Ubicaciones
 - Crear Ubicacion Funcional
 - Crear Ubicacion

Fuente: Elaboración propia

15. En el menú principal la opción “Cronograma”, en la parte central vemos la información de los equipos, en la parte derecha esta la opción crear orden, desde de haber creado la orden también permite llenar el reporte.

Figura 54: Menú cronograma



The screenshot displays the 'Cronograma' menu in a software application. The interface includes a sidebar on the left with navigation options like 'Inicio', 'Ordenes', 'Ordenes de trabajo', 'Usuarios', 'Equipos', and 'Cronograma'. The main content area shows a table titled 'Cronograma' with the following data:

ID	Equipo	Marca	Modelo	Serial	Unidad Funcional	Ubicación	Acción
42134	Equipo-demo	Marca-demo	Modelo-demo	sq123	Manga	Consultero 2	Agregar Orden
8889	presentacion 1	Marca-1	modelo-1	8889	Bonangaña	ATA Prado	Agregar Orden
coolga1	Equipo-demo	Marca-demo	Modelo-demo	41	file de la papa	Consultero 2	Agregar Orden
CS11	Equipo-demo	Marca-demo	Modelo-demo	ID-11	Manga	Responción	Agregar Orden

A red arrow points to the 'Agregar Orden' button in the 'Acción' column of the last row.

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFIA

ABC De Dispositivos Médicos

https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274

Colombia, Presidencia de la República de Colombia. (2005, 26 de diciembre). *DECRETO n.º 4725, Reglamento del régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. Accedido el 6 de octubre de 2021*. [En línea]. Disponible:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18697>

<https://www.ibm.com/co-es/topics/what-is-a-cmms>

Modelo de Sistema para la Gestión de Pacientes en Hospitales Públicos bajo.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20807/Documento_completo.pdf?sequence=1

Estándares para la acreditación de Hospitales de la Joint Commission International.

<https://www.osakidetza.euskadi.eus>

PRECISION INGENIERIA. <https://procesosbiomedicos.com/software-de-mantenimiento/>.

ZEUS TECHNOLOGY. https://landing.zeustecnologia.com/saludtB_EALw_wcB

QSYSTEM. <https://qsystems.com.co/keeper/>

SISTEMA SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO HOSPITALARIO”. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/44>

MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL INVIMA

<https://www.invima.gov.co/documents/20143/453029/Resoluci%C3%B3n+1403+de+2007.pdf/6b2e1ce1-bb34-e17f-03ef-34e35c126949>

Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas <http://www.scielo.org.co/pdf/rgps/v15n31/1657-7027-rgps-15-31-00088.pdf>

CONSULTOR SALUD/MINISTRO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1769 de 1994. Decreto 4725 de 2005. Art. 38 y 39. Resolución 2003 de 2014

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA REPORTES DE DAÑOS Y MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA EMPRESA CLÍNICA LA MILAGROSA S.A. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/2562>

“MANUAL DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E

”<https://red.uao.edu.co/handle/10614/6063>