



**Diseño e implementación de un sistema de gestión para el manejo de la información de  
los equipos biomédicos de la clínica odontológica de la UAN sede  
Bogotá Circunvalar.**

**Natalia Pérez Sabogal**

10561926951

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Biomédica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2023

**Diseño e implementación de un sistema de gestión para el manejo de la información de los equipos biomédicos de la clínica odontológica de la UAN sede Bogotá Circunvalar.**

**Natalia Pérez Sabogal**

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

**Ingeniera Biomédica**

Director (a):

Ingeniero Víctor Ricardo Guerrero Valencia

Línea de Investigación:

Ingeniería clínica

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Biomédica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2023

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado: Diseño e implementación de un sistema de gestión para el manejo de la información de los equipos biomédicos

de la clínica odontológica de la UAN sede Bogotá Circunvalar,

Cumple con los requisitos para optar

Al título de Ingeniera Biomédica.

LICARDO GUERRERO

---

Firma del Tutor



---

Firma Jurado

Carlos A García

---

Firma Jurado

Bogotá, 31/10/2023.

*(Dedicatoria)*

*A mis queridos padres,*

*En este camino de aprendizaje y crecimiento, su amor incondicional, apoyo inquebrantable y palabras de aliento fueron la brújula que me orientó a lo largo de esta travesía académica. Ustedes han sido mi fuente constante de inspiración y motivación.*

*A través de los desafíos y triunfos, estuvieron a mi lado, brindándome el coraje para seguir adelante cuando las cosas se volvían difíciles y celebrando conmigo cada logro alcanzado.*

*Esta tesis es un reflejo de su amor y apoyo, y se las dedico con gratitud. Gracias por ser los pilares de mi vida y por enseñarme el valor del conocimiento, la persistencia y el compromiso. Este logro también es suyo.*

*Con todo mi cariño,*

*Natalia Pérez Sabogal.*

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a Dios, quien me otorgó la salud y la fortaleza necesarias para iniciar este proceso educativo.

A mis padres, quienes han sido una fuente constante de inspiración a lo largo de mi vida. Su sacrificio y amor incondicional son la razón por la cual hoy puedo celebrar este logro. A mi familia, siempre dispuesta a compartir su conocimiento y brindarme orientación.

Agradezco a mis compañeros, quienes fueron testigos de momentos inolvidables en esta travesía académica. Juntos compartimos desafíos, éxitos y risas, lo que hizo que este camino fuera más significativo. A mi pareja, cuyas palabras de aliento y apoyo fueron un faro en los momentos más oscuros.

Por último, a mis docentes, a quienes les debo mi crecimiento intelectual y académico. Gracias por compartir su conocimiento y guiar mi proceso formativo. En particular, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor, Ricardo Guerrero, quien no solo me brindó orientación académica sino que también me inculcó un profundo aprecio por la Ingeniería Clínica. Su dedicación y pasión por esta disciplina han dejado una huella indeleble en mi vida.

## Contenido

		Pág.
1.	<b>Resumen .....</b>	<b>10</b>
2.	<b>Abstract.....</b>	<b>11</b>
3.	<b>Introducción .....</b>	<b>12</b>
	<b>3.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>13</b>
4.	<b>Antecedentes.....</b>	<b>14</b>
5.	<b>Objetivos.....</b>	<b>17</b>
	<b>5.1 Objetivo general.....</b>	<b>17</b>
	<b>5.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
6.	<b>Justificación.....</b>	<b>18</b>
7.	<b>Marco teórico y marco legal.....</b>	<b>20</b>
	<b>7.1 Ingeniería Biomédica.....</b>	<b>20</b>
	<b>7.2 Ingeniería Clínica.....</b>	<b>21</b>
	<b>7.3 Gestión de la tecnología.....</b>	<b>23</b>
	<b>7.4 Mantenimiento de un equipo biomédico .....</b>	<b>24</b>
	7.4.1 Mantenimiento preventivo.....	24
	7.4.2 Mantenimiento predictivo.....	24
	7.4.3 Mantenimiento correctivo.....	24
	<b>7.5 Resolución 3100 de 2019.....</b>	<b>25</b>
	7.5.1 Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud.....	26
	7.5.2 Hoja de vida de un equipo biomédico.....	26
	<b>7.6 Decreto 4725 de 2005.....</b>	<b>29</b>
	7.6.1 Clasificación por riesgo de los equipos biomédicos .....	30
	7.6.2 Registro sanitario y permiso de comercialización .....	31

7.7 Resolución 482 de 2018.....	32
7.7.1 Radiología odontológica periapical.....	32
7.8 Índice o matriz de obsolescencia.....	33
7.9 Base de datos .....	36
7.9.1 Modelo relacional de base de datos.....	36
7.10 Sistema de gestión.....	38
8. Diseño metodológico.....	39
8.1 Recopilación de información de los equipos biomédicos .....	40
8.2 Verificación de registros sanitarios y permisos de comercialización .....	41
8.3 Diseño de la interfaz para las hojas de vida digitales .....	42
8.4 Diligenciamiento y actualización de los formatos de hoja de vida .....	43
8.5 Implementación del índice de obsolescencia.....	44
8.6 Diseño de la base de datos para el manejo de información de los equipos..	45
8.6.1 Visualización de las hojas de vida .....	47
8.6.2 Diseño de la bitácora de mantenimiento.....	48
8.6.3 Diseño de la interfaz de usuario.....	50
8.6.4 Diseño de la interfaz de autenticación de usuario.....	53
8.7 Entrega e implementación del sistema de gestión.....	54
8.8 Capacitación y entrega de la guía de uso al personal encargado .....	55
9. Resultados y análisis de resultados .....	55
10. Conclusiones .....	73
11. Recomendaciones .....	74
Referencias bibliográficas .....	76

## Lista de Figuras

		<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b>	Rol del ingeniero clínico .....	21
<b>Figura 2</b>	Ciclo de vida de la tecnología en salud según INVIMA.....	22
<b>Figura 3</b>	Ciclo de la gestión tecnológica en salud .....	23
<b>Figura 4</b>	Significado del índice de obsolescencia.....	35
<b>Figura 5</b>	Ejemplo diagrama de relaciones entre tablas .....	37
<b>Figura 6</b>	Fases del desarrollo en Cascada.....	39
<b>Figura 7</b>	Esquema fases del proyecto .....	40
<b>Figura 8</b>	Diseño del formulario para la hoja de vida .....	42
<b>Figura 9</b>	Factores considerados en el índice de obsolescencia.....	44
<b>Figura 10</b>	Macro implementada para el botón que abre el índice de obsolescencia	45
<b>Figura 11</b>	Relaciones entre las tablas de la base de datos.....	46
<b>Figura 12</b>	Formato del informe para las hojas de vida .....	47
<b>Figura 13</b>	Formato del informe para la bitácora de mantenimiento. ....	48
<b>Figura 14</b>	Diseño del formulario para la bitácora de mantenimiento.....	49
<b>Figura 15</b>	Ventana emergente para el ingreso del parámetro de filtro .....	50
<b>Figura 16</b>	Diseño de la interfaz de usuario.....	51
<b>Figura 17</b>	Macros para abrir informes y formularios.....	52
<b>Figura 18</b>	Macro para abrir archivos adjuntos.....	52
<b>Figura 19</b>	Diseño de la interfaz de autenticación de usuario (Login).....	54
<b>Figura 20</b>	Cantidad de equipos en la clínica.....	56
<b>Figura 21</b>	Ejemplo ficha técnica-hoja de vida de un equipo biomédico.....	57
<b>Figura 22</b>	Resultados evaluación clínica del índice de obsolescencia.....	59



<b>Figura 23</b>	Modelo lógico relacional de la base de datos.....	<b>60</b>
<b>Figura 24</b>	Restricciones de integridad referencial en la base de datos.....	<b>61</b>
<b>Figura 25</b>	Ejemplo: Informe de la ficha técnica.....	<b>62</b>
<b>Figura 26</b>	Ejemplo: Informe Bitácora de mantenimiento .....	<b>63</b>
<b>Figura 27</b>	Formulario de consulta.....	<b>64</b>
<b>Figura 28</b>	Macro para abrir enlaces en un sitio web. ....	<b>65</b>
<b>Figura 29</b>	Alertas emergentes en el formulario de consulta.....	<b>65</b>
<b>Figura 30</b>	Alertas emergentes en el formulario de Login .....	<b>66</b>
<b>Figura 31</b>	Alertas emergentes para la creación de nuevas hojas de vida .....	<b>67</b>
<b>Figura 32</b>	Resultados encuesta de satisfacción. ....	<b>68</b>

## 1. Resumen

Las hojas de vida de los equipos biomédicos destinados al diagnóstico, prevención, tratamiento y rehabilitación dental de la clínica odontológica de la sede Circunvalar de la Universidad Antonio Nariño fueron actualizadas conforme a la resolución 3100 del 2019 para cumplir con los lineamientos de dotación de equipos biomédicos. Para el desarrollo de este proyecto, se empleó la metodología de cascada, a lo largo de ocho etapas secuenciales, desde el análisis de requerimientos hasta la entrega del sistema de gestión integral diseñado en LibreOffice Base.

Este sistema incluyó una base de datos detallada de 98 equipos biomédicos, abarcando hojas de vida, informes de mantenimiento, registros sanitarios y demás documentos pertinentes, en conformidad con las regulaciones vigentes. Además, se introdujo la herramienta del índice de obsolescencia con el fin de evaluar el estado actual de los equipos. En resumen, el proyecto mejoró la calidad de la documentación, proporcionando datos precisos y fiables, facilita la organización de grandes volúmenes de datos en el entorno clínico y promueve un beneficio sostenible a través de una gestión más ecológica y eficaz de la documentación relacionada a la tecnología biomédica.

**Palabras clave:** Ingeniería clínica, Equipo biomédico, Gestión de la tecnología, Obsolescencia, Sistema de gestión, Base de datos.

## 2. Abstract

The equipment documentation for biomedical devices used in dental diagnosis, prevention, treatment, and rehabilitation at the Circunvalar branch of the University Antonio Nariño's dental clinic was updated in compliance with Resolution 3100 of 2019, following the guidelines for equipping biomedical equipment. The project employed the waterfall methodology, encompassing eight sequential stages, from requirements analysis to the delivery of a comprehensive management system designed in LibreOffice Base.

This system included a detailed database of 98 biomedical devices, covering equipment documentation, maintenance reports, health records, and other relevant documents, all in accordance with prevailing regulations. Additionally, the obsolescence index tool was introduced to assess the current state of the equipment. In summary, the project enhanced the quality of documentation, providing precise and reliable data, streamlining the organization of large volumes of data within the clinical environment, and promoting sustainability through more environmentally friendly and efficient management of documentation related to biomedical technology.

**Keywords:** Clinical engineering, Biomedical equipment, Technology management, Obsolescence, Management system, Database.

### 3. Introducción

Las constantes reformas en las regulaciones que supervisan los equipos biomédicos han sido impulsadas por la necesidad de adaptarse a los cambios en los sistemas de atención médica a nivel mundial. Estas medidas legales tienen como objetivo principal mantener y mejorar la calidad y seguridad de los equipos biomédicos, tal como se establece en el modelo de marco regulatorio mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dispositivos médicos. [41]

Estas medidas buscan establecer un marco normativo que garantice que los procesos que involucren equipos biomédicos cumplan con los estándares necesarios desde su diseño y fabricación hasta su comercialización y uso en entornos médicos. En Colombia, la regulación de dispositivos médicos se lleva a cabo a través de dos entidades principales: el Ministerio de Salud y Protección Social, en colaboración con el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Estas instituciones desempeñan un papel crucial en la supervisión y control de dispositivos médicos a nivel nacional. [42]

El objetivo primordial es salvaguardar la salud de los pacientes y optimizar el desempeño de estos dispositivos esenciales en el ámbito médico. Por consiguiente, en Colombia, existe un Sistema Único de Habilitación, el cual es uno de los componentes del Sistema Obligatorio de Calidad de la Atención en Salud (SOGCS). Consiste en el conjunto de normas, requisitos y procedimientos por medio de los que se establece, verifica y controla el cumplimiento de estándares básicos de: “capacidad tecnológica y científica” [1], indispensables para asegurar que los servicios se presten en condiciones que permitan una atención segura y minimicen los riesgos de seguridad para el paciente.

En este contexto, mantener registros sistemáticos y actualizados de la información relacionada con los equipos biomédicos en las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) resulta altamente beneficioso. Estos registros no solo aseguran la prestación óptima de servicios de salud, sino que

también permiten la trazabilidad de los equipos a lo largo de su ciclo de vida. Esto, a su vez, facilita la detección temprana de posibles riesgos que podrían desencadenar eventos o incidentes adversos en el entorno hospitalario [42], contribuyendo así a la seguridad y calidad de la atención médica.

En el trabajo de investigación titulado "*Tecnologías de la información y la comunicación (tics) en el sector salud*", realizado en la Universidad Nacional de Colombia, se respalda la afirmación de que la introducción de las TIC en el ámbito clínico tiene un impacto positivo en la preservación del medio ambiente. [43] Esto se debe a que se reduce la necesidad de consumir agua y energía para producir papel, se evita la utilización de materiales contaminantes como las tintas de impresora y se disminuye la emisión de gases perjudiciales relacionados con la impresión. En el año 2018, la "asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (Aspapel)" afirmó que imprimir 300 páginas equivale a 1,2 kg de CO<sub>2</sub> liberado. [2]

### **3.1 Planteamiento del problema**

El Ministerio de Salud y Protección Social expidió la Resolución 3100 de 2019 que define condiciones de habilitación de obligatorio cumplimiento para los prestadores de salud, sean estos hospitales, transporte asistencial de pacientes, profesionales independientes o entidades de objeto social diferente que presten servicios de salud [3]. Dentro de esta última categoría se encuentran las universidades, que por requerimientos propios de las actividades que realizan, habilitan servicios de salud de baja complejidad que no incluyen hospitalización.

La facultad de Odontología de la Universidad Antonio Nariño, fundada en 1994, actualmente presta servicios de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación dental en la clínica odontológica ubicada en sede circunvalar. Para realizar dichos procedimientos, poseen 98 equipos biomédicos en sus activos, los cuales contienen hojas de vida en formatos físicos desactualizados con respecto a la resolución 3100 de 2019, en la que se establecen estándares de cumplimiento de la dotación.

Disponer de la documentación relacionada con los equipos biomédicos en formatos físicos, tales como hojas de vida, reportes de mantenimiento, certificados de calibración, registros sanitarios, entre otros, podría llevar a la pérdida o cambio de la información, lo que a su vez podría resultar en datos erróneos o ilegibles, o sufrir daños debido a la manipulación. Por eso, se hace necesaria la implementación de un sistema de gestión que permita llevar adecuadamente la gestión documental y el control de inventario.

Adicionalmente, es importante señalar que la carencia de herramientas digitales estratégicas dirigidas hacia los procedimientos de supervisión en términos de administración tecnológica, puede suponer desafíos que afectan negativamente la calidad en la oferta de servicios de salud, tal como se destaca en el artículo "*Transformación digital en la atención sanitaria: aceptación de la tecnología y sus aplicaciones*" [44].

El factor primordial detrás de esta situación es la ausencia de indicadores medibles, en este caso, una matriz de obsolescencia que permita al personal tomar decisiones informadas sobre el momento adecuado para retirar un equipo del servicio, basándose en consideraciones técnicas, clínicas y económicas.

#### **4. Antecedentes**

En el año 2010, en la Universidad Ricardo Palma de Perú, se presentó un trabajo de investigación realizado en la facultad de Ingeniería. El objetivo era proponer una solución para asegurar la gestión efectiva y segura de la información relacionada con el control, supervisión y mantenimiento de los equipos médicos del Hospital Central de la Fuerza Aérea del Perú. Esto se lograría mediante un sistema de información [4]. La investigación reveló deficiencias en la administración de procedimientos internos, incluyendo la recepción, registro y finalización de órdenes de trabajo, así como la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos.

En 2015, el equipo de investigación en instrumentación electrónica del programa de Bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali, en Colombia, llevó a cabo un estudio del estado del programa de Ingeniería Clínica en varios hospitales de la ciudad. Descubrieron que la segunda razón más frecuente de mal funcionamiento en los equipos, era la ausencia de un proceso de gestión y planificación que permitiera dar seguimiento al plan de mantenimiento establecido en las instituciones. [5]

Durante el año 2016, se llevaron a cabo actualizaciones de hojas de vida de equipos empleados en investigaciones biológicas en Medellín. Estas modificaciones tenían como propósito garantizar la seguridad de quienes utilizan dichos equipos, al mismo tiempo que se buscaba aportar una estructura organizada y una mayor confiabilidad al Departamento de Ingeniería Biomédica. [6]

En 2018, dos estudiantes de la universidad ECCI llevaron a cabo su proyecto de grado sobre la creación de un formato digital, para gestionar la base de datos de las hojas de vida de equipos biomédicos en la Fundación Hogar Santa Rita de Cascia, que ofrece servicios de salud para niños con diversas discapacidades cognitivas y físicas. [7] Los estudiantes siguieron varias etapas, desde recopilar información relacionada con la fundación hasta entrenar al personal en el uso de la interfaz de la base de datos utilizando el software Grubba, además de adaptar los formatos de las hojas de vida.

En 2020, se presentó un trabajo de investigación de Magíster en la Pontificia Universidad Católica del Perú, acerca de un sistema de gestión que permitía el manejo de historias clínicas digitales y la entrega oportuna de informes diagnósticos del Hospital Central de la Fuerza Aérea del Perú y establecimientos de nivel II de complejidad de la FAP [8]. Allí describen que una de las causas que dificulta acceso a los reportes es el manejo de un Sistema Manual de administración, ya que se invierte más tiempo en buscar y trasladar la documentación.

En el mismo año, un estudiante que se encontraba realizando su práctica empresarial en la Universidad del Rosario realizó una aplicación con interfaz de usuario utilizando el lenguaje de

programación Visual Basic, para el seguimiento oportuno de los mantenimientos, la elaboración de hojas de vida y las fichas técnicas de equipos biomédicos ubicados en una clínica de alta complejidad (Clínica Infantil Colsubsidio) [9]. Este estudio se realizó con el fin de mejorar dichos procesos, ya que, aunque estos documentos se encontraban de manera física, consumía una cantidad significativa de tiempo y esfuerzo por parte de los profesionales obtener información específica de cada equipo.

En el año 2021, dos estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, sede Popayán, realizaron para su trabajo de grado el diseño e implementación de una herramienta que permitiera apoyar la gestión tecnológica, por medio del análisis del índice de obsolescencia de los equipos biomédicos en uso en el Hospital Universitario San José de Popayán [10]. Esto le permitió al área de Ingeniería del hospital tener claridad de los equipos que se encontraban en deterioro y debían ser reemplazados.

El año pasado, estudiantes de la Universidad ECCI en Bogotá centraron su trabajo de grado en la gestión documental de los equipos biomédicos en la IPS CAFAM [11]. Durante ese mismo año, se desarrolló un software para el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, basado en SQL y Python, con el propósito de agilizar la administración de los activos médicos del hospital. Este sistema evaluaba su estado semaforización y, cuando fuera necesario, gestionaba su disposición final de manera eficiente [12]

Ciertamente, la administración tecnológica en el campo de la salud es fundamental y se aborda a gran escala en clínicas y hospitales tanto a nivel nacional como internacional. Por lo tanto, una forma de mantener un control adecuado de los dispositivos y su información inherente, es la adopción de sistemas de almacenamiento y organización de datos que permiten tener una estructura ordenada de la información.

En Colombia existen diversos softwares utilizados por las IPS para el manejo de información de los equipos:



- Software fractal: Permite mantener toda la información en un solo lugar, gestiona activos y planes de mantenimiento por medio de planos, mapas, imágenes o esquemas, coordina órdenes de trabajo, compras, consumos, proveedores, acceso a informes en tiempo real controlando indicadores, etc. [13]
- Software AM (Administrador de Mantenimiento): Es una herramienta que apoya el ciclo de mantenimiento de los equipos, contiene hojas de vida y fichas técnicas de los mismos, inventario, control de pedidos, solicitudes de servicio, historial de reparaciones, indicadores, presupuesto de la institución, entre otros. [14]
- Software SAP: (Desarrollo de programas de sistemas de análisis): Ofrece operaciones sanitarias inteligentes controlando costos y recursos de la institución, permite gestionar procesos clínicos y administrativos, evalúa resultados y analiza datos. [15]

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo general.**

Diseñar e implementar un sistema de gestión de base de datos para el adecuado manejo de la información y control de las hojas de vida de los equipos biomédicos de la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Bogotá Circunvalar.

### **5.2 Objetivos específicos.**

1. Identificar y comprender las necesidades relacionadas con la gestión tecnológica y documental en la clínica odontológica de la Universidad Antonio Nariño sede Bogotá circunvalar para determinar los requerimientos funcionales del sistema.
2. Establecer un inventario a partir del cual se pueda determinar información relevante para las hojas de vida de los equipos biomédicos de la clínica y dar cumplimiento de la resolución 3100 de 2019.

3. Realizar una revisión documental detallada para verificar que la información consolidada físicamente corresponda con los equipos biomédicos con los que cuenta la clínica odontológica de la UAN sede circunvalar.
4. Diseñar una interfaz de fácil acceso para los usuarios mediante el sistema gestor de base de datos gratuito y de código abierto “LibreOffice Base” para permitir la gestión de hojas de vida digitales de los equipos biomédicos las cuales cumplan con la norma de habilitación.
5. Evaluar el estado actual de los equipos presentes en la clínica mediante la aplicación de un índice de obsolescencia para facilitar la renovación tecnológica con base en unos criterios establecidos.
6. Aplicar una encuesta de satisfacción al personal administrativo encargado de la clínica odontológica de la UAN, sede circunvalar para evaluar la implementación y el buen funcionamiento del sistema de gestión en la institución.

## **6. Justificación**

La clínica odontológica en la sede Bogotá-Circunvalar de la Universidad Antonio Nariño está dispuesta para que los estudiantes del programa de odontología lleven a cabo sus prácticas clínicas desde quinto semestre en adelante. Estas prácticas se centran en áreas específicas como odontopediatría, crecimiento y desarrollo, y ortopedia maxilar.

Dado que la clínica brinda servicios de diagnóstico y tratamiento dental tanto a miembros de la comunidad educativa como a personas externas, es esencial que cumpla con los requisitos de habilitación. Esto implica que debe asegurar que los equipos biomédicos estén en óptimas condiciones físicas y funcionales, así como mantener toda la información relevante sobre los mismos, de acuerdo a los estándares y criterios aplicables a todos los servicios, más exactamente al estándar de dotación establecido en la resolución 3100 del 2019.

En relación con lo mencionado previamente, el orden es un factor clave para llevar un control de dicha información, por tanto, la introducción de sistemas integrales de gestión biomédica impulsa a las instituciones hacia un entorno moderno, conlleva una mayor eficiencia en los procesos y elimina la necesidad de lidiar con documentos impresos.

Contar con un sistema de gestión que permita llevar adecuadamente la gestión documental y el control de inventario se alinea con la norma técnica colombiana NTC-ISO 9001 [16]. En esta norma, se establece que las instituciones deben incorporar todos los documentos relevantes para llevar a cabo procesos de calidad bajo un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), asegurando un control constante de datos.

La adopción de hojas de vida y bitácoras de mantenimiento digitales conlleva ventajas en cuanto a eficiencia y accesibilidad documental. Facilita un diligenciamiento ágil, categorización y búsqueda instantánea de equipos biomédicos, además de permitir una revisión dinámica. A diferencia de los costos asociados a la impresión y papel, invertir en la transición a la documentación digital puede generar ahorros a largo plazo.

Por otro lado, la implementación de un índice de obsolescencia dentro de los procedimientos de gestión tecnológica de la clínica, implica la posibilidad de evaluar de manera regular la vida útil y el estado de los equipos biomédicos en uso, lo que permite tomar decisiones informadas sobre su mantenimiento, actualización o reemplazo, contribuyendo así a la eficiencia y calidad de la atención médica.

Este proyecto busca mejorar la seguridad y eficiencia operativa de la documentación relacionada con la tecnología biomédica de la institución, sin fines de lucro. Se pretende agilizar la recepción, llenado y archivo de reportes y documentos asociados a las hojas de vida de los equipos, que actualmente se manejan en formato físico. Esto también facilitaría la verificación de estos documentos durante inspecciones al tener la información organizada.

## 7. Marco teórico y marco legal.

### 7.1 Ingeniería Biomédica.

La ingeniería biomédica se considera un campo interdisciplinario que se ocupa de la aplicación de métodos que reúnen tanto a la ingeniería y tecnología como a la biología y la medicina para resolver desafíos asociados a la atención médica, el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Es un campo de estudio dentro del cual, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se aplican conceptos de electrónica, mecánica e informática. [17]

Como describen J.T. Arenas y sus colaboradores (2020), la ingeniería biomédica abarca una amplia gama de disciplinas, que incluyen:

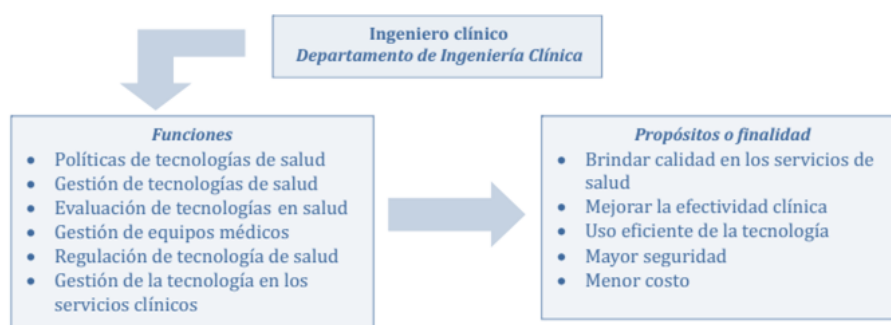
- **Bioinstrumentación:** También conocida como instrumentación biomédica, se enfoca en el diseño y desarrollo de dispositivos utilizados para la monitorización de señales biológicas (bioseñales), principalmente por medio de electrodos y sensores.
- **Biomateriales e Ingeniería de tejidos:** Se encarga del estudio de materiales compatibles con el cuerpo humano (biocompatibles) para el desarrollo de implantes, prótesis y demás dispositivos utilizados en el ámbito médico, así como también, se centra en lograr técnicas avanzadas de cultivo celular para regenerar o reparar tejidos y órganos.
- **Procesamiento de señales e imágenes biomédicas:** Esta rama implica el análisis de señales fisiológicas, datos biológicos e imágenes médicas con el fin de extraer información relevante para el diagnóstico.
- **Biomecánica e Ingeniería de rehabilitación:** Se enfoca en el estudio de fuerzas y movimientos que ejerce el cuerpo humano y cómo éstos afectan a los tejidos y diversas estructuras, lo que es fundamental para la creación de prótesis, órtesis y dispositivos de ayuda a la movilidad, que mejoren la calidad de vida de personas con discapacidades. [17]

## 7.2 Ingeniería Clínica.

La Ingeniería Clínica o Ingeniería Hospitalaria se dedica a la administración y mantenimiento de tecnologías médicas en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS), como hospitales, clínicas y centros de salud. Su objetivo es asegurar el óptimo funcionamiento, seguridad y precisión de los equipos biomédicos. [18]

### Figura 1

*Rol del ingeniero clínico [19].*



*Nota:* Tomada de: F. Román y L. Vilcahuamán, «Ingeniería clínica y su relación con la epidemiología», Rev. peruana de Epidemiología, vol. 14, no 1, pp. 5, 1 de abril de 2010.

Los equipos biomédicos se definen como dispositivos médicos que están en funcionamiento y operan mediante sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, destinados para su uso en seres humanos. [20] Según su clasificación biomédica, estos equipos pueden categorizarse en:

- Equipos diseñados para la prevención, es decir, que reducen o eliminan factores de riesgo que puedan dar lugar a enfermedades o lesiones.
- Equipos de rehabilitación o equipos terapéuticos, utilizados en la recuperación de pacientes después de lesiones o cirugías.
- Equipos que permiten el análisis preciso de muestras biológicas o químicas en un entorno de laboratorio.

- Equipos de tratamiento y mantenimiento de la vida, que son dispositivos médicos críticos, esenciales para el soporte vital de los pacientes en situaciones de emergencia o cuidados intensivos.
- Equipos para el apoyo en el diagnóstico de enfermedades y en el seguimiento de la salud de los pacientes.

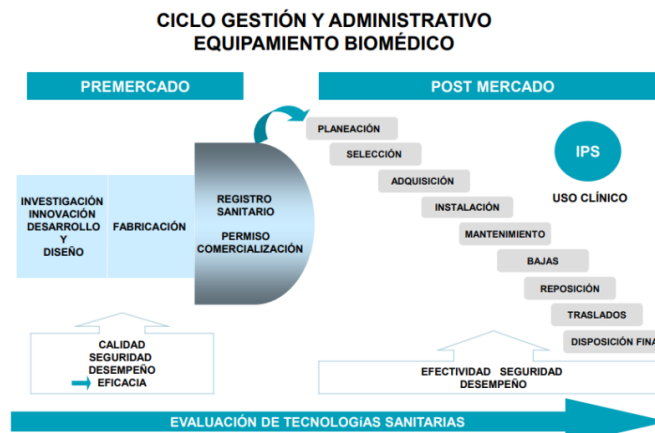
La Ingeniería Clínica se encarga de desarrollar e implementar políticas y procedimientos para asegurar que tanto los equipos como las instalaciones en entornos de atención médica cumplan con las regulaciones técnicas y el marco normativo vigente. Esto garantiza que estén en condiciones apropiadas para proporcionar una seguridad integral al paciente. [18]

Los ingenieros clínicos desarrollan un papel fundamental al ser intermediarios entre los fabricantes de productos médicos, comercializadores y los usuarios finales, utilizando sus conocimientos y habilidades para respaldar las tecnologías que entran a la institución, teniendo en cuenta las necesidades del personal de salud. [18]

La Ingeniería Clínica está involucrada en la fase post-mercado de los dispositivos, es decir desde la planeación, evaluación, selección, adquisición, instalación, mantenimiento, calibración hasta la disposición final apropiada de los equipos biomédicos, así como, la capacitación al personal de salud en el uso adecuado de éstos en el entorno hospitalario. [17]

## Figura 2

*Ciclo de vida de la tecnología en salud según INVIMA [21]*



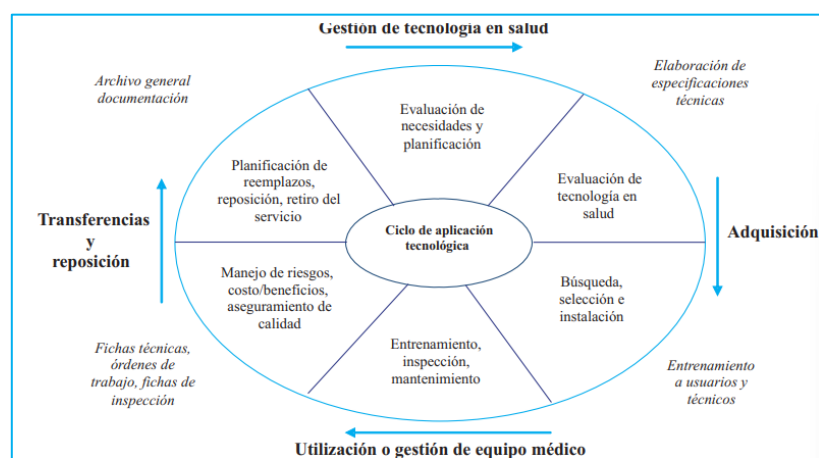
*Nota:* Tomada de: e. M. López, “Análisis e intervención de riesgos asociados a la adquisición y el uso de la tecnología biomédica en la clínica CES”, universidad de antioquia, medellín, colombia., 2022.

### 7.3 Gestión de la tecnología.

La gestión de la tecnología biomédica se refiere a un conjunto de actividades que tienen como objetivo asegurar el funcionamiento óptimo de la tecnología utilizada en el ámbito de la salud. Esto se logra a través de un análisis detallado de los costos y beneficios, con el propósito de obtener el mejor rendimiento de dicha tecnología a lo largo de su vida útil en la prestación de servicios de salud. [21]

#### Figura 3

*Ciclo de la gestión tecnológica en salud. [19]*



*Nota:* Tomada de: F. Romaní y L. Vilcahuamán, «Ingeniería clínica y su relación con la epidemiología», Rev. peruana de Epidemiología, vol. 14, no 1, pp. 8, 1 de abril de 2010.

Un Ingeniero Biomédico en una Institución Prestadora de Servicios de Salud asume diversas responsabilidades, tanto técnicas como administrativas. Estas incluyen la realización de rondas de tecnovigilancia, evaluación tecnológica en distintas áreas del hospital, supervisión del inventario, implementación de mantenimientos preventivos y correctivos conforme a un plan preestablecido siguiendo las directrices del fabricante, actualización de la documentación relacionada con los equipos, investigación de incidentes adversos, planificación de estrategias para mejorar los indicadores, entre otras tareas. [18]

## **7.4 Mantenimiento de un equipo biomédico.**

El mantenimiento de un equipo biomédico se refiere al conjunto de actividades planificadas que se ejecutan para conservar o restaurar el mismo, asegurando el funcionamiento preciso, la seguridad y la confiabilidad de los equipos utilizados en el ámbito de la salud. Esto permite que el personal médico y de Ingeniería pueda planificar, supervisar y dirigir un plan o programa de mantenimiento adecuado y crear un ambiente seguro, maximizando así las capacidades de la tecnología a un costo razonable. [22]

**7.4.1 Mantenimiento preventivo:** (Planificado) Conjunto de acciones de revisión, limpieza y reparación que se realizan para la conservación de los equipos, con el propósito de prolongar su vida útil. Este puede ser: [23]

- **Programado:** Se realiza siguiendo un cronograma preestablecido sin realizar una evaluación previa del estado actual del equipo. Se programan dichas intervenciones de acuerdo a intervalos de tiempo, horas de uso, etc.
- **De oportunidad:** Se aprovechan los periodos de inactividad del equipo para ejecutar el mantenimiento, esto para no interrumpir los procedimientos en los que funciona el equipo.

**7.4.2 Mantenimiento predictivo:** Se realiza para predecir posibles fallos o problemas antes de que ocurran, es decir que utiliza herramientas de medición y análisis de variables con el fin de evaluar el estado operativo del equipo. [23]

**7.4.3 Mantenimiento correctivo:** (No planificado) Conjunto de acciones que se realizan para corregir defectos en los equipos, es decir que se implementan después de identificar un rendimiento insatisfactorio o incorrecto en el equipo. En este tipo de mantenimiento se localizan averías o defectos y los costos por reparación. [23]



### **7.5 Resolución 3100 de 2019.**

En Colombia, durante el año 2019, el Ministerio de Salud y el gobierno implementaron una regulación que establece los requisitos necesarios para la aprobación de los proveedores de servicios de salud. Esta normativa detalla los procedimientos y condiciones para el registro y habilitación de dichos proveedores, lo que esencialmente dicta el funcionamiento de las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS). [24]

La Resolución 3100 de 2019 establece los procedimientos para llevar a cabo inspecciones destinadas a garantizar el cumplimiento de condiciones mínimas en los servicios de salud. En caso de incumplimiento, se contempla la posibilidad de cierre de dichos servicios. Esto abarca aspectos como la dotación de tecnología médica y la infraestructura hospitalaria, los cuales, como se mencionó previamente, se encuentran bajo la responsabilidad del Departamento de Ingeniería Biomédica de la institución.

Según las definiciones establecidas en el estándar de dotación, se requiere que el prestador de servicios de salud disponga de documentos que permitan documentar claramente los procedimientos realizados en la IPS, ya sea en formato físico o digital.

Conforme a la normativa, el estándar de dotación especifica que el prestador debe mantener un registro completo de los equipos biomédicos. Este registro debe incluir al menos la siguiente información [24]: el nombre del equipo biomédico, su marca, modelo y número de serie, así como el registro sanitario o permiso de comercialización, si fuera necesario. Este último documento es otorgado por el INVIMA y tiene una validez de 10 años, además de la clasificación de riesgo correspondiente. Este enfoque garantiza la adecuada trazabilidad y control de los equipos biomédicos dentro de la institución.

Adicionalmente, menciona que el prestador debe garantizar condiciones técnicas de calidad para los equipos, por lo tanto, éstos deben contar con:

**Programa de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos:** Implica seguir las pautas establecidas por el fabricante o, en caso de que no haya recomendaciones específicas, adherirse a un protocolo de mantenimiento definido por la institución prestadora de servicios médicos.

**Hoja de vida del equipo biomédico:** Debe incluir sus respectivos registros de mantenimiento preventivo y correctivo.

**Programa de capacitación:** formación necesaria en el manejo de dispositivos médicos. Esta formación puede ser proporcionada por el fabricante, el importador o la institución médica según sea necesario.

### **7.5.1 Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud**

El sistema utilizado para garantizar, conservar y mejorar la calidad de los servicios de salud en Colombia se denomina “*Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud*” (SOGCS), definido por el Decreto 1011 de 2006, el cual se compone de cuatro partes [25]:

1. Sistema Único de Habilitación (SUH): se encarga de verificar que los servicios cumplen con los estándares.
2. Programa de Auditoría para el Mejoramiento de la Calidad (PAMEC): busca mejorar la calidad en la atención, a través de actividades de evaluación, seguimiento y mejoramiento de procesos.
3. Sistema Único de Acreditación: certifica la calidad de los servicios.
4. Sistema de Información para la Calidad: recopila datos para evaluar la calidad.

### **7.5.2 Hoja de vida de un equipo biomédico.**

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la Resolución 3100 de 2019 en Colombia establece los requisitos documentales necesarios para llevar a cabo la evaluación de los equipos biomédicos, entre los cuales se incluye la hoja de vida del equipo biomédico, que se define como el registro continuo de información relevante de la dotación con sus respectivos registros de

mantenimiento preventivo y correctivo, así como certificados de calibración realizados por personal técnico capacitado.[24]

La resolución establece la necesidad de mantener una hoja de vida para cada equipo biomédico que contenga información detallada sobre el mismo. Generalmente se encuentra dividida en las siguientes secciones:

#### **A. DESCRIPCIONES GENERALES**

1. **Identificación del equipo:** Nombre que se encuentra en el registro sanitario, marca, modelo y serie definidos por el fabricante, número de activo definido por el prestador, registro sanitario o permiso de comercialización.
2. **Ubicación:** En esta sección aparecen los responsables del equipo, institución, servicio, ciudad, departamento, equipo fijo o móvil.
3. **Foto de equipo.**
4. **Función del equipo:** Definida por el fabricante.
5. **Forma de adquisición:** En esta sección se encuentra información del ingreso del equipo a la institución, es decir si fue compra, donación, comodato, alquiler, otro.
6. **Datos de proveedor.** Razón social, telefono, dirección, ciudad, fabricante, país.
7. **Registro histórico:** Comprende la fecha en que se adquirió el equipo, la fecha de su instalación, el lugar donde se instaló, el inicio y el final de su período de garantía, y su vida útil.
8. **Fuentes de alimentación:** Las fuentes de suministro pueden ser eléctricas, de agua, de aire, de vapor, de gas natural, de energía solar, de acpm, neumáticas u otras.
9. **Características técnicas:** Incluyen información como la frecuencia, el voltaje, la corriente, la potencia, la temperatura, el peso, la capacidad, la humedad y otros datos relevantes.

## **B. REGISTRO DE APOYO TÉCNICO**

1. **Manuales:** Información entregada por el proveedor, como manuales de operación, mantenimiento, partes, despieces, otro.
2. **Planos:** Se registran los planos entregados por el fabricante, ya sean electrónicos, eléctricos, neumáticos, mecánicos, hidráulicos.
3. **Uso:** Se define si está destinado para uso médico, de apoyo o industrial.
4. **Clasificación por riesgo:** De acuerdo al Decreto 4725 de 2005 se debe definir si el riesgo es muy alto (III), alto (IIB), moderado (IIA), bajo (I).
5. **Componentes:** Se incluyen en el registro los complementos o accesorios que operan junto con el equipo.
6. **Tecnología predominante:** Se refiere a la modalidad tecnológica principal empleada, que puede ser eléctrica, electrónica, electromecánica, , mecánica, hidráulica, neumática, de vapor o solar.
7. **Clasificación biomédica:** Incluye las áreas de apoyo y diagnóstico, tratamiento y sostenimiento de funciones vitales, análisis de muestras biológicas para laboratorio, rehabilitación y prevención de enfermedades.
8. **Observaciones y recomendaciones.**

## **C. REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

1. **Tipo de mantenimiento:** Esto abarca el mantenimiento interno o propio, los contratos de mantenimiento externalizados, el mantenimiento en garantía y las modalidades de comodato.
2. **Responsable de mantenimiento:** persona o entidad encargada de supervisar y llevar a cabo todas las actividades y tareas relacionadas con el mantenimiento de equipos o sistemas específicos.
3. **Frecuencia de mantenimiento:** En esta sección es necesario tener en cuenta la periodicidad de mantenimiento establecida por el fabricante. Este puede ser mensual, bimestral, trimestral, cada 4 meses, semestral, anual, otro.

La hoja de vida de un equipo biomédico es esencial para asegurar la trazabilidad, el mantenimiento adecuado y una gestión efectiva de los equipos utilizados en el ámbito de la salud.[45] Esta herramienta asiste al departamento de Ingeniería biomédica y al equipo técnico que realiza el mantenimiento a tomar decisiones fundamentadas en relación con reparaciones, sustituciones y mejoras.

#### **7.6 Decreto 4725 de 2005.**

El Decreto 4725 de 2005, establece un marco regulatorio integral para los dispositivos médicos y equipos biomédicos en Colombia, con el fin de verificar la seguridad, la efectividad y la calidad en la calidad de estos productos en el ámbito de la salud pública. [26]

Esta norma se enfoca en la documentación necesaria por parte del prestador de servicios de salud y la vigilancia sanitaria relacionada con el uso de dispositivos médicos, su producción, envase, empaque, almacenamiento, comercialización y mantenimiento, exceptuando dispositivos sobre medida del paciente.

Para el entendimiento de la presente norma se deben establecer algunas definiciones relacionadas a los dispositivos médicos, que incluyen [26]:

**Certificado de Capacidad de Almacenamiento y Acondicionamiento (CCAA):** Otorgado por el INVIMA a los importadores de dispositivos médicos como evidencia de que cumplen con los requisitos de salud para el correcto almacenamiento y preparación de estos dispositivos, asegurando su óptimo rendimiento, capacidad técnica y calidad.

**Dispositivo médico fraudulento:** Producto que se vende sin cumplir los requisitos técnicos y legales establecidos para su regulación, o a aquel que se fabrica sin tener el correspondiente registro sanitario o permiso de comercialización.

**Equipo biomédico nuevo:** Se refieren a equipos que se encuentran en estado de no utilización o sin haber sido previamente empleados, y cuya fabricación no excede los dos años.

**Equipo biomédico usado:** Son equipos que han sido usados en la prestación de servicios y que no han estado en funcionamiento durante más de cinco años desde su fabricación o ensamblaje.

#### **7.6.1 Clasificación por riesgo de los equipos biomédicos.**

Conforme al Decreto 4725 de 2005, se establecen requisitos esenciales de seguridad para el funcionamiento de dispositivos médicos. Estos requisitos se derivan de los posibles riesgos asociados a su uso, es decir, la potencialidad de causar daño tanto al paciente como al personal manipulador. Tales riesgos dependen del propósito de uso, el modo de operación y la tecnología predominante. La clasificación según el riesgo de los dispositivos médicos se fundamenta en diversos criterios, como la duración del contacto con el cuerpo, el grado de invasión y el efecto local-sistémico. [20]

**Clase I:** Incluye dispositivos médicos de baja complejidad que están sujetos a regulaciones generales. Estos dispositivos no están diseñados para la protección de la vida ni son esenciales en situaciones críticas relacionadas con la salud humana. Además, no presentan un riesgo potencialmente excesivo de enfermedad o lesión.

**Clase IIA:** Se trata de dispositivos médicos que presentan un nivel moderado de riesgo. Estos dispositivos están sujetos a medidas de control particulares durante su proceso de fabricación para verificar su seguridad y efectividad.

**Clase IIB:** Se refiere a dispositivos médicos de alto riesgo. Estos dispositivos están sujetos a procedimientos de control específicos durante su fase de diseño y producción para confirmar su seguridad y eficacia.

**Clase III:** Engloba dispositivos médicos de riesgo extremadamente alto que exigen controles especiales. Estos dispositivos están diseñados para proteger o preservar la vida, o desempeñar un papel crítico en la prevención de problemas de salud humana. Su utilización también podría conllevar un riesgo significativo de enfermedad o lesiones.

Por otro lado, en el Artículo 7 del Decreto 4725 de 2005, se establecen las reglas para clasificar un dispositivo médico dentro de las clases anteriormente mencionadas, dependiendo si estos son dispositivos médicos no invasivos, dispositivos médicos invasivos, reglas adicionales que se aplican a dispositivos médicos activos y reglas especiales.

#### **7.6.2 Registro sanitario y permiso de comercialización.**

En el Artículo 17 y 23 de la normativa actual se establece que en Colombia, para realizar la fabricación, importación, exportación, procesamiento, envasado, almacenamiento, venta y comercialización de dispositivos médicos o equipos biomédicos, es esencial poseer un registro sanitario o un permiso de comercialización, dependiendo del caso. Estos documentos son expedidos por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima) y están sujetos al cumplimiento de los requerimientos técnicos, legales, científicos, sanitarios y de calidad establecidos en las regulaciones sanitarias en vigor. [28]

Dispositivos clase I y IIA requieren un registro sanitario automático, y para su evaluación técnica, se busca evaluar el proceso de fabricación y la calidad del producto, considerando aspectos relacionados con la seguridad y la protección de la salud, además de la funcionalidad del dispositivo médico en su área de aplicación prevista. [26].

Por el contrario, los dispositivos de tecnología controlada, clase IIB Y III, requieren permiso de comercialización y para su validación, es necesario presentar la documentación científica necesaria que respalde la seguridad del producto, además de llevar a cabo un análisis de los riesgos relacionados con el dispositivo médico de acuerdo con su uso previsto.

Los dispositivos médicos activos de tecnología controlada que utilizan radiaciones, necesitarán obtener una autorización de la entidad competente en este campo (Ministerio de Salud y Protección Social) para poder manejar este tipo de equipos. [26]

## **7.7 Resolución 482 de 2018.**

La Resolución 482 de 2018 del Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia establece normativas para el empleo de máquinas emisoras de radiación ionizante, como las que se utilizan en prácticas médicas. Su objetivo principal es salvaguardar la salud de los pacientes y garantizar la seguridad y eficacia del uso de esta radiación en el contexto de la atención médica. La resolución define criterios técnicos y de seguridad que deben cumplir estos dispositivos, además de establecer procedimientos para supervisar y confirmar su calidad. [29]

Un equipo generador de radiación ionizante es un dispositivo que incorpora sistemas eléctricos y electrónicos, incluyendo sus programas de software, con la capacidad de producir radiación ionizante. Esta radiación puede incluir rayos X, neutrones, electrones o otras partículas cargadas.

La presente resolución, indica que estos equipos deben ser instalados en un lugar o espacio que cuente con aspectos relacionados con la protección y la seguridad radiológica, después de haber realizado el respectivo cálculo de blindaje, estudios ambientales, realización de control de calidad de los equipos y que cuente con servicios que resguarden a las personas de los impactos de la radiación ionizante.

Allí también se establece que los prestadores de servicios de salud que realicen prácticas médicas con equipos generadores de radiación ionizante, deben solicitar la licencia de práctica médica ante una entidad territorial de salud a nivel departamental o distrital.

### **7.7.1 Radiología odontológica periapical.**

Dentro de los alcances de este proyecto se debe tener en cuenta el concepto de radiología odontológica periapical, la cual, se define como la práctica que realiza la detección de afecciones odontológicas utilizando métodos de diagnóstico basados en imágenes capturadas mediante radiación ionizante, que abarcan radiografías intraorales. o periapical utilizando equipos fijos o móviles.



El Artículo 20, titulado "Categorización de la práctica", establece que la radiología odontológica periapical se clasifica como categoría 1. En consecuencia, para obtener la licencia correspondiente, se deben presentar los siguientes documentos relevantes:

- Descripción detallada de los blindajes, acompañada de cálculos precisos, en conformidad con los requisitos del fabricante.
- Informe que documente los resultados de las pruebas de control de calidad, siguiendo las pautas estipuladas en el protocolo ARCAL XLIX y el TECDOC 1151 del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- Registros dosimétricos actualizados de los trabajadores que están expuestos al riesgo.
- Registro de los niveles de referencia para el diagnóstico.
- Planos detallados de la instalación que definan claramente la zona controlada.
- Un listado de los procedimientos de mantenimiento de los equipos, conforme a las especificaciones del fabricante.

Estos requisitos son esenciales para garantizar la seguridad y la calidad en la práctica de la radiología odontológica periapical y cumplir con las normativas correspondientes.

### **7.8 Índice o matriz de obsolescencia.**

Se reconoce la vital importancia de una gestión efectiva en la administración de los equipos biomédicos, con el propósito de mejorar el acceso, la calidad y el uso de estos dispositivos en el seno de la institución. Esto conlleva la necesidad de adoptar prácticas apropiadas en todas las etapas del ciclo de vida de los dispositivos médicos. El proceso de retirar un equipo del servicio se desencadena cuando este ya no opera dentro de los parámetros adecuados, por lo tanto, se hace imperativo llevar a cabo un plan para su reemplazo o renovación.

El índice o matriz de obsolescencia es una herramienta que proporciona una evaluación objetivo sobre el estado actual de los equipos biomédicos. Esta evaluación respalda la toma de decisiones en

cuanto a la renovación de dichos equipos y se convierte en un fundamento sólido para desarrollar un plan coherente de renovación o reemplazo de los mismos. Además, ayuda a dar prioridad a la adquisición de nuevos equipos basándose en las necesidades reales de la institución de salud. [30]

La herramienta propuesta por el Ministerio de Salud tiene en cuenta tres criterios para la reposición y renovación de tecnología en el ámbito médico:

**EVALUACIÓN TÉCNICA:** Este criterio se basa en la disponibilidad de consumibles, los cuales son considerados como todos aquellos componentes extra, necesarios para que el equipo opere adecuadamente. También revisa los eventos adversos asociados al equipo, la vida útil contable, la antigüedad del dispositivo, es decir, el tiempo transcurrido desde que se fabricó, las reparaciones realizadas en el último año, la entidad o empresa que brinda asistencia técnica y la disponibilidad de piezas de repuestos originales o autorizados por fabricante.

De acuerdo con la Resolución 4816 de 2008, un evento adverso se refiere a un daño no previsto que se produce como resultado del uso de un dispositivo médico, afectando al paciente, al operador o al entorno. Mientras que, un incidente adverso implica un riesgo potencial de daño no deseado para el paciente, el operador o el entorno debido a la utilización de un dispositivo médico. [27]

**EVALUACIÓN CLÍNICA:** Para llevar a cabo la evaluación clínica de manera objetiva, el Ministerio de Salud que se realice en colaboración con el equipo de profesionales médicos responsables de la operación del equipo biomédico. Este criterio está relacionado con la percepción del personal clínico que usa y está en contacto con los equipos, por tanto, se considera el porcentaje de operabilidad del equipo, es decir, qué tanto utiliza las capacidades proporcionadas por el equipo y el nivel de satisfacción que experimentan con él, de acuerdo con el desempeño que tiene dentro de la institución, y la cobertura de necesidades actuales, esto significa la capacidad que tiene el equipo de responder a necesidades actuales.

**EVALUACIÓN ECONÓMICA:** Para realizar la evaluación económica, se examina la proporción entre el precio de compra y el costo anual de mantenimiento. En lo que respecta al costo de adquisición, se aconseja basarse en las facturas de compra de los equipos biomédicos. No obstante, en situaciones excepcionales, se puede utilizar recursos contables o económicos para determinar el costo en la fecha probable de adquisición.

Si se trata de equipos biomédicos donados, es recomendable solicitar el valor comercial del equipo. Por otro lado, el costo de mantenimiento se obtiene a partir de los registros del último año de servicio del equipo biomédico.

Según el índice resultante, el Ministerio de Salud establece que las decisiones relacionadas con los equipos se dividen en cuatro categorías [30]:

- **Reposición inmediata de tecnología:** cuando el equipo no es viable para seguir en servicio y se sugiere reemplazarlo de inmediato.
- **Renovación a corto plazo de tecnología:** El equipo puede seguir en servicio, pero se aconseja su reemplazo en menos de un año.
- **Evaluación dentro de un año:** El equipo funciona aceptablemente, pero necesita supervisión y evaluación constante.
- **No requiere evaluación ni renovación tecnológica:** En esta última categoría, el equipo se encuentra en perfecto estado y no necesita ser evaluado ni reemplazado.

#### Figura 4

*Significado del índice de obsolescencia*

INDICE CUALITATIVO		INDICE	SIGNIFICADO DEL INDICE
Reposición de tecnología (Inmediato)		Mas de 289	El equipo no es viable de mantener en el servicio y se recomienda su reposición.
Renovación de tecnología a la brevedad (Plazo inferior a un año)		288 a 193	El equipo puede mantenerse en el servicio y se recomienda su reposición en un plazo inferior a un año
Evaluar tecnología en un año		192 a 96	El equipo se encuentra en condiciones aceptables de funcionamiento pero requiere constante seguimiento y evaluación.
Tecnología NO requiere evaluación ni		Menos de 96	El equipo se encuentra en óptimas condiciones.

*Nota:* Tomada de: A. Garcia, “Guía para diligenciar la propuesta de índice de obsolescencia de equipos biomédicos”, Contratista Dirección de Medicamentos y Tecnologías en Salud, Colombia, 2017.

## 7.9 Base de datos.

Una Base de Datos (BD) es un conjunto de información que contiene datos relacionados sobre un tema específico. Esta herramienta permite almacenar y gestionar grandes volúmenes de datos de tal manera que estos se encuentren estructurados ordenadamente en campos. [31]

### 7.9.1 Modelo relacional de base de datos.

Uno de los modelos de organización de bases de datos, fundado en 1970, es el modelo relacional, que hoy en día es el más utilizado por programas como LibreOffice, OpenOffice y Access. En este enfoque, las bases de datos están compuestas por objetos básicos de información llamados tablas, compuestas a su vez por campos y registros, formularios, consultas e informes:

**Tablas:** Es uno de los componentes más importantes ya que en este objeto se almacena la información. Es la colección de registros del mismo tipo para facilitar la gestión y consulta de la información de manera estructurada. En las tablas las columnas reciben el nombre de “campos” y las filas reciben el nombre de “registros”.

- Campo: información lógica más pequeña, por ejemplo, un nombre, dirección, ciudad, etc. Cada campo tiene su propio tipo dentro de los cuales están: Entero [INTEGER], Texto [VARCHAR], Fecha [DATE], Si/No [BOOLEAN], entre otros.
- Registro: grupo de campos relacionados entre sí.

**Formularios:** Operan como un asistente para introducir los datos de manera rápida y sencilla y visualizarlos con mayor comodidad. Esta interfaz es la que permite que el usuario ingrese los datos que posteriormente se guardarán en las tablas.

**Consultas:** Permiten seleccionar y filtrar registros, así como seleccionar los campos que se desean ver. Estas no contienen información sino los registros de una o varias tablas y sirve de origen de datos para los informes.

**Informes:** Sirven para obtener información de forma ordenada y de fácil lectura, los cuales se pueden exportar a PDF para su impresión o visualización.

### Recorrido de la información:

Formulario → Tabla → Consulta → Informe

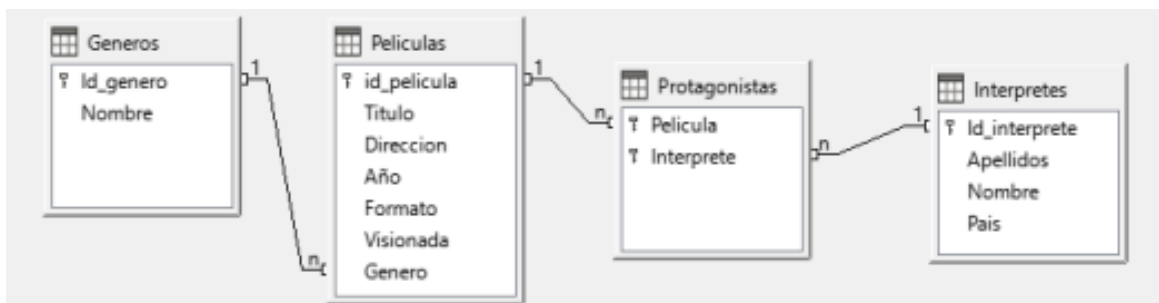
En las bases de datos relacionales es necesario que cada tabla contenga un campo único como clave principal, ya que ésta representa e identifica los datos en las filas (registros), asegura que cada uno sea exclusivo y por ende que no se dupliquen. Esta clave principal es la que garantiza la integridad de las interconexiones de las tablas, llamadas también “relaciones”. [31]

Se pueden identificar tres categorías de vínculos entre tablas.:

- Uno a muchos: Una fila en una tabla se asocia con varias filas en otra, pero cada fila en la segunda tabla solo está vinculada con una fila en la primera.
- Muchos a muchos: Las filas de ambas tablas pueden estar relacionadas con múltiples filas en la otra tabla.
- Uno a uno: Cada fila en una tabla está conectada únicamente con una fila en otra tabla, y viceversa.

### Figura 5

*Ejemplo diagrama de relaciones entre tablas.*



*Nota:* Tomada de: A. B. González, “Tutorial de LibreOffice Base”, Escuela Politécnica Superior de Zamora - Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca. Feb 2022.

Una base de datos generalmente utiliza un lenguaje de programación de código abierto llamado SQL (Structured Query Language), el cual está formado por elementos como comandos, cláusulas, funciones y operadores que se utilizan para administrar, consultar y manipular bases de datos relacionales a través de un sistema gestor de base de datos como LibreOffice base, Access, Oracle database, entre otras [32]; Estos sistemas gestores permiten la creación de scripts y macros en lenguajes como Basic o Visual Basic para la personalización de aplicaciones para crear una interfaz de usuario que se adapte a las necesidades.

#### **7.10 Sistema de gestión.**

Los sistemas de gestión según ISO desempeñan un papel fundamental para las organizaciones, ya que les brindan las herramientas necesarias para establecer procesos eficaces y eficientes, cumplir requisitos, medir y analizar procesos, administrar recursos, mejorar de manera continua y evaluar el rendimiento. Según la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9000, la gestión se describe como un sistema. que guía y supervisa a una organización en términos de calidad.[33]

En el artículo *“The Role of Management Information System”* se destaca cómo un sistema de gestión bien diseñado puede facilitar la recopilación, organización y análisis de grandes volúmenes de datos para tomar decisiones informadas y mejorar el rendimiento de la organización [34]. En el blog, *“The Role of Database Management System in Information Systems”*, el autor afirma que los sistemas de gestión de bases de datos son un papel clave en la transformación digital de las organizaciones. [35]

La utilización de las TIC y la digitalización de documentos ofrece diversas ventajas como: la capacidad de obtener información almacenada en la base de datos de manera rápida y sencilla, optimización del espacio físico y mayor seguridad y protección al implementar copias de seguridad y control de acceso, lo que reduce el riesgo de pérdida, deterioro o robo de la información y, por otro lado, la posibilidad de automatización de procesos lo que conlleva reducción de errores. [36]

## 8. Diseño metodológico

El enfoque adoptado para la elaboración y ejecución de este proyecto se fundamenta en la aplicación de la metodología deductiva, comúnmente reconocida como la metodología de cascada. Esta metodología se caracteriza por su enfoque sistemático y secuencial, que busca trazar una trayectoria, con el propósito primordial de lograr la plena realización de los objetivos establecidos. [37]

### Figura 6

*Fases del desarrollo en Cascada.*



*Nota:* Tomada de: J.D. Velásquez, “Desarrollo en Cascada (Waterfall) VS Desarrollo Agile (SCRUM)”, blog .Northware, nov 29, 2012.

El enfoque en cascada se rige como una guía fundamental en el desarrollo de este proyecto, ya que promueve la progresión lógica y organizada, al descomponer la totalidad del proceso en una serie de etapas interconectadas que se desenvuelven secuencialmente, abarcando desde el análisis de requerimientos hasta la entrega del producto final. [37]

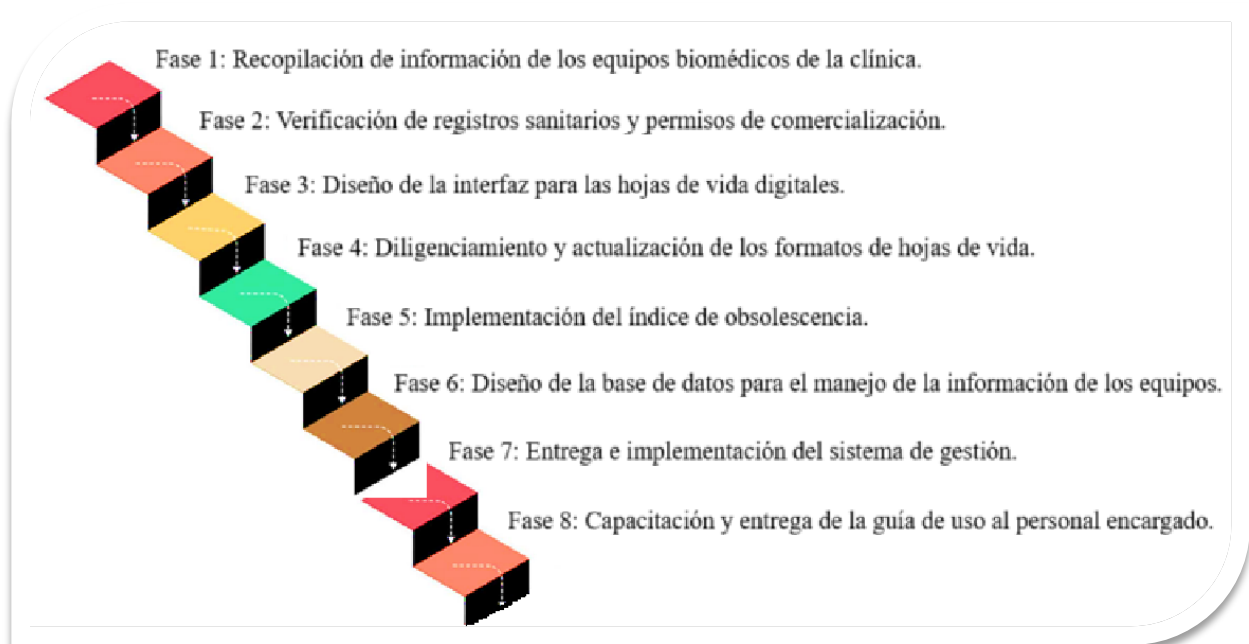
1. **Requisitos:** Se definen, analizan y documentan los requisitos a través de entrevistas y discusiones. A su vez, se planifican tareas, costos y recursos y se evalúan todos los requerimientos funcionales y no funcionales relacionados con el proyecto.
2. **Diseño y Construcción:** Se diseña y desarrolla el producto basado en los requisitos. Incluye procesos de implementación y codificación.
3. **Pruebas:** Se verifica el producto en busca de errores. Se asegura que cumpla con los requisitos del cliente.

4. **Instalación / Implantación:** Se implementa el producto según los requisitos.
5. **Soporte y Mantenimiento:** Se entrega el producto final. Se inicia el soporte, garantizando el funcionamiento continuo.

A continuación, se proporciona un desglose de cada una de las fases delineadas en el proyecto, acompañado por una descripción detallada de las actividades emprendidas con el propósito de alcanzar exitosamente los objetivos previamente definidos.

### Figura 7

*Esquema fases del proyecto.*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia.

#### **8.1 Fase 1: Recopilación de información de los equipos biomédicos de la clínica.**

El objetivo principal de esta etapa radica en la identificación precisa de la problemática existente y las necesidades inherentes a la organización y actualización de la información y documentación de los equipos biomédicos instalados en la clínica odontológica de la UAN, sede Bogotá-circunvalar.



Por tal motivo, en la fase inicial del proyecto se efectúan múltiples visitas de campo dónde se lleva a cabo el reconocimiento de los equipos instalados, a través del levantamiento de un inventario en LibreOffice Base, en el cual se registran las características propias de cada equipo (Anexo 1). Estos detalles abarcan elementos esenciales como el nombre, la marca, el modelo, el número de serie y el número de activo fijo de la institución. Esta recopilación exhaustiva se realiza con el fin de obtener una visión detallada de la dotación biomédica presente en el entorno clínico.

Además, como parte integral de esta fase, se emprende una revisión detallada de la documentación tangible, que incluye formatos físicos tales como hojas de vida y reportes de mantenimiento. Esta revisión se ejecuta con el propósito de verificar la precisión de los registros mantenidos en relación con los equipos.

## **8.2 Fase 2: Verificación de registros sanitarios y permisos de comercialización.**

En la segunda fase, se procede a examinar la normativa actual para comprender los criterios que deben guiar el formato de las hojas de vida, por ejemplo, en función de la fecha de manufactura de los equipos, aquellos generados previo al año 2005 no requieren que en la hoja de vida se incluya el registro sanitario o permiso de comercialización, en contraste con los posteriores, que deben ajustarse al Decreto 4725 de 2005.

A partir de lo expuesto, en esta etapa se efectúa una revisión a fin de identificar los registros sanitarios ausentes en concordancia con las fechas correspondientes, para luego añadirlos al formato de la hoja de vida y subirlos al sistema de gestión en formato PDF.

Según el Acta No. 11 de 2012 del INVIMA, se establece que una Unidad Odontológica es un equipo utilizado en diversos procedimientos relacionados con la cavidad bucal. Además, enfatiza que las Unidades Odontológicas no están sujetas a la necesidad de obtener un Registro Sanitario. [38]

### **8.3 Fase 3: Diseño de la interfaz para las hojas de vida digitales.**

La hoja de vida fue creada siguiendo las pautas establecidas en la resolución 3100 de 2019, que como se mencionó anteriormente, tiene una sección de descripciones generales para la identificación del equipo, una sección de registro de apoyo técnico y por último una sección de registro de mantenimiento. Como se observa en la figura 8, se trata de un formulario interactivo, utilizando una de las herramientas de LibreOffice Base, que posibilita la consulta y visualización ordenada de los datos detallados del equipo biomédico.

Para la creación de esta interfaz, dónde el usuario introduce la información correspondiente a cada equipo, el formulario fue diseñado con diferentes controles dependientes, vinculados a la tabla “HOJADEVIDA”. Estos se encargan de mostrar datos, ejecutar acciones o mejorar la apariencia de la misma [31]. Entre los controles utilizados, se encuentran:

- Casilla de verificación: Usada para valores Sí/No.
- Cuadro de texto: Utilizado para mostrar o ingresar datos.
- Botón: Ejecuta instrucciones al ser pulsado.
- Botón de opción: Permite al usuario elegir entre opciones diferentes.
- Listado: Facilita la elección de un elemento de una lista.
- Cuadro combinado: Permite seleccionar un elemento de una lista o ingresar datos directamente.
- Campo de etiqueta: Muestra texto predefinido, en este caso los títulos de cada campo.
- Control de imagen: Permite crear un espacio donde se puede agregar una imagen.

### **Figura 8**

*Diseño del formulario para la hoja de vida.*

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**HOJA DE VIDA EQUIPOS BIOMÉDICOS**

CÓDIGO: EB-GT-0123  
VERSIÓN: 1

**I. DESCRIPCIONES GENERALES**

ID\_EQUIPO: <Campo a>  
 NOMBRE\_EQUIPO: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_ FOTO: \_\_\_\_\_ FUNCIÓN: \_\_\_\_\_  
 SERVICIO: \_\_\_\_\_  
 MODELO: \_\_\_\_\_ CIUDAD: \_\_\_\_\_  
 SERIAL: \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_  
 NUM\_ACTIVO: \_\_\_\_\_ FIJO:  MOVIL:   
 MARCA: \_\_\_\_\_  
 REGISTRO\_SANTA: \_\_\_\_\_ ID\_HOJA DE VIDA:

**ADQUISICIÓN**      **REGISTRO HISTÓRICO**      **DATOS DEL PROVEEDOR**      **FUENTES DE ALIMENTACIÓN**      **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

COMPRAS:  FECHA ADQUISICIÓN: \_\_\_\_\_ PROVEEDOR: \_\_\_\_\_ ALIM\_AGUA:  ALIM ENERGÍA SOLAR:  FRECUENCIA: \_\_\_\_\_ TEMPERATURA: \_\_\_\_\_  
 DONACIÓN:  FECHA INSTALACIÓN: \_\_\_\_\_ TELÉFONO: \_\_\_\_\_ ALIM\_AIRE:  ALIM ENERGÍA SOLAR:  VOLTAJE: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD: \_\_\_\_\_  
 COMODATO:  LUGAR INSTALACIÓN: \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ ALIM\_GAS\_NATU:  ALIM\_ACPM:  CORRIENTE: \_\_\_\_\_ PRESIÓN: \_\_\_\_\_  
 ALQUILER:  FECHA INICIAL GARANTÍA: \_\_\_\_\_ CIUDAD: \_\_\_\_\_ ALIM\_VAPOR:  ALIM\_NEUMÁTICO:  POTENCIA: \_\_\_\_\_ HUMEDAD: \_\_\_\_\_  
 VIDA ÚTIL: \_\_\_\_\_ FABRICANTE: \_\_\_\_\_ ALIM\_ELECTRIDI:  OTRO: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_  
 PAIS\_ORIGEN: \_\_\_\_\_

**II. REGISTRO DE APOYO TÉCNICO**

**MANUALES**      **PLANOS**      **TECNOLOGÍA PREDOMINANTE**      **CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA**      **CLASIFICACIÓN POR RIESGO**      **USO**

MANUAL OPERACIÓN:  PLANOS ELECTRÓNICOS:  TECNOLOGÍA\_ELECTRICA:  TECNOLOGÍA\_NEUM:  APOYO DIAGNÓSTICO:  REHABILITACIÓN:  RIESGO MUY ALTO:  USO MÉDICO:   
 MANUAL MANTENIMIENTO:  PLANOS ELÉCTRICOS:  TECNOLOGÍA\_ELECTRÓN:  TECNOLOGÍA\_VAPOR:  TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA:  PREVENCIÓN:  RIESGO ALTO:  USO APOYO:   
 MANUAL PARTES:  PLANOS\_NEUMÁTICOS:  TECNOLOGÍA\_MECÁNICO:  TECNOLOGÍA\_ELECTF:  ANÁLISIS LABORATORIO:  RIESGO MODERADO:  USO INDUSTRIAL:   
 MANUAL DESPIECES:  PLANOS\_MECÁNICOS:  TECNOLOGÍA\_HIDRÁULIC:  TECNOLOGÍA\_SOLAR:  RIESGO BAJO:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_ COMPONENTES: \_\_\_\_\_

**III. REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

**TIPO DE MANTENIMIENTO**      **RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO**      **FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO**

MANT\_PRODRO:  MANT\_GARANTÍA:  NOMBRE\_RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ MENSUAL:  CADA 4 MESES:  ANUAL:   
 MANT\_CONTRATADO:  MANT\_COMODATO:  TELÉFONO: \_\_\_\_\_ BIMENSUAL:  SEMESTRAL:  BIANUAL:   
 TRIMESTRAL:  OTRO: \_\_\_\_\_

#### 8.4 Fase 4: Diligenciamiento y actualización de los formatos de hoja de vida.

Conforme se menciona en la problemática, se evidenció que las hojas de vida en formato físico de los equipos biomédicos de la clínica carecían de actualización conforme a las normativas vigentes. Como respuesta a esta situación, se ejecutó un proceso exhaustivo para completar minuciosamente los formatos digitales diseñados en la etapa previa.

Para llevar a cabo este proceso, se requirió efectuar una búsqueda detallada de cada especificación técnica relacionada con los equipos. Esto involucró la obtención de información referente a proveedores, fabricantes, manuales y planos. Además, se procedió a llenar datos pertinentes, tales como tecnología predominante, categorización basada en riesgo, clasificación biomédica, componentes, tipo de mantenimiento y frecuencia, entre otros aspectos relevantes, y se añadieron algunas observaciones y/o recomendaciones sobre el manejo del equipo. Importa destacar que esta información no se encontraba disponible en los registros físicos.

### 8.5 Fase 5: Implementación del índice de obsolescencia.

En la quinta fase, se implementa el índice de obsolescencia, con el fin de evaluar el estado actual de los equipos biomédicos en la clínica odontológica y facilitar la toma de decisiones en cuanto a la adquisición de nuevos equipos, considerando una evaluación ponderada de criterios predefinidos.

Es relevante aclarar que, dado su nivel de complejidad y los recursos limitados asignados a este proyecto, la creación del índice de obsolescencia no se inicia desde cero, sino que se opta por emplear una herramienta propuesta por el Ministerio de Salud. Esta herramienta ya incorpora tanto factores cualitativos como cuantitativos, como la vida útil, los fallos registrados tras intervenciones, los costos de mantenimiento con sus insumos, la antigüedad del equipo, la disponibilidad de componentes, entre otros.

#### Figura 9

*Factores considerados en el índice de obsolescencia.*

EVALUACIÓN TÉCNICA					
VIDA ÚTIL CONTABLE (AÑOS)	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	RELACIÓN ENTRE LA EDAD DEL EQUIPO Y LA VIDA ÚTIL CONTABLE	MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN EL ÚLTIMO AÑO	PROVEEDOR DE SOPORTE TÉCNICO (NO INCLUYE REPUESTOS)	DISPONIBILIDAD DE SOPORTE DE REPUESTOS Y/O CONSUMIBLES (AÑOS)
EVALUACIÓN CLÍNICA					
PORCENTAJE DE OPERABILIDAD. ¿QUE TANTO USA LAS FUNCIONES QUE OFRECE EL EQUIPO?		HA TENIDO EVENTOS ADVERSOS ASOCIADOS	GRADO DE SATISFACCIÓN CON EL EQUIPO	COBERTURA DE NECESIDADES ACTUALES	
EVALUACIÓN ECONÓMICA					
PRECIO ADQUISICIÓN	COSTO MANO OBRA / AÑO	COSTO REPUESTOS /AÑO	RELACIÓN		

*Nota:* Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, la información introducida en el formato resulta en una ponderación que determina si la reposición de la tecnología es inmediata, si es preferible en un plazo breve (menos de un año), si requiere evaluación en un año o si la tecnología no demanda ni evaluación ni renovación.

La integración del índice en el sistema de gestión se realiza a través de un botón que incorpora una acción diseñada para abrir un hipervínculo mediante una macro. Recordando que los hipervínculos son enlaces interactivos que agilizan la navegación tanto en el contenido como entre diversos recursos.

Estas conexiones abarcan opciones internas, direccionando a secciones en el mismo documento, así como opciones externas, apuntando a recursos fuera del documento, ya sean alojados en servidores locales o en la web global. [39]

## Figura 10

*Macro implementada para el botón que abre el índice de obsolescencia.*

```

' *****
Sub BTN_Indice_Click(oEvent As Object)
' Subrutina para manejar el clic en el botón "BTN_Indice"
Dim oForm As Object ' Variable para el formulario
Dim sFilePath As String ' Variable para la ruta del archivo de Excel
Dim oShell As Object ' Variable para el objeto del sistema

oForm = oEvent.Source.Model.Parent ' Obtener el formulario al que pertenece el botón que activó el evento
sFilePath = "C:\Users\{npere}\OneDrive\Documentos\NATALIA\UAN\PROYECTO\Matriz índice de obsolescencia de renovación tecnológica 2023.xlsx" ' Ruta y nombre del archivo de Excel

If FileExists(sFilePath) Then ' Verificar si el archivo existe en la ruta especificada
oShell = CreateUnoService("com.sun.star.system.SystemShellExecute") ' Crear una instancia del servicio SystemShellExecute
oShell.execute(sFilePath, "", 0) ' Ejecutar el archivo de Excel utilizando el objeto del sistema
Else
MsgBox "El archivo no se encuentra en la ubicación especificada." ' Mostrar mensaje si el archivo no existe
End If
End Sub

' *****

Function FileExists(sFilePath As String) As Boolean
' Función para verificar si un archivo existe en una ruta específica
Dim oFile As Object ' Variable para el objeto de acceso a archivos
FileExists = False ' Inicializar la variable de retorno en Falso

On Error Resume Next ' Ignorar errores para el siguiente bloque de código
oFile = CreateUnoService("com.sun.star.ucb.SimpleFileAccess") ' Crear una instancia del servicio SimpleFileAccess
If oFile.Exists(sFilePath) Then ' Verificar si el archivo existe en la ruta especificada
FileExists = True ' Actualizar la variable de retorno a Verdadero
End If
End Function

```

## **8.6 Fase 6: Diseño de la base de datos para el manejo de la información de los equipos.**

Durante esta etapa, se procede a crear una base de datos mediante el sistema gestor LibreOffice Base, cuya finalidad principal es facilitar a los usuarios autorizados un acceso seguro y directo a la información registrada en las hojas de vida de los equipos. Además, debido a que se ha acumulado un volumen significativo de datos que ahora requieren ser cuidadosamente estructurados, se establece un enfoque ordenado para llevar a cabo los procesos vinculados con la administración tecnológica.

Todo esto se logra a través de una interfaz que brinda la capacidad de buscar equipos por su nombre o código, como parte de un inventario integral. En esta interfaz, los usuarios pueden acceder a informes de mantenimiento, revisar los registros sanitarios o los permisos de comercialización, consultar el índice de obsolescencia y explorar otros documentos anexos. El objetivo es mejorar la gestión tecnológica al ofrecer un acceso rápido y seguro a los recursos esenciales.

El modelo lógico relacional es una representación que facilita la visualización de la estructura de una base de datos de manera simple pero efectiva. Esta representación es importante para comprender cómo se organizan los datos en tablas y cómo están relacionadas entre sí. Además, muestra las restricciones que se aplican a esos datos, lo que contribuye a asegurar la integridad y consistencia de la información almacenada. [40]

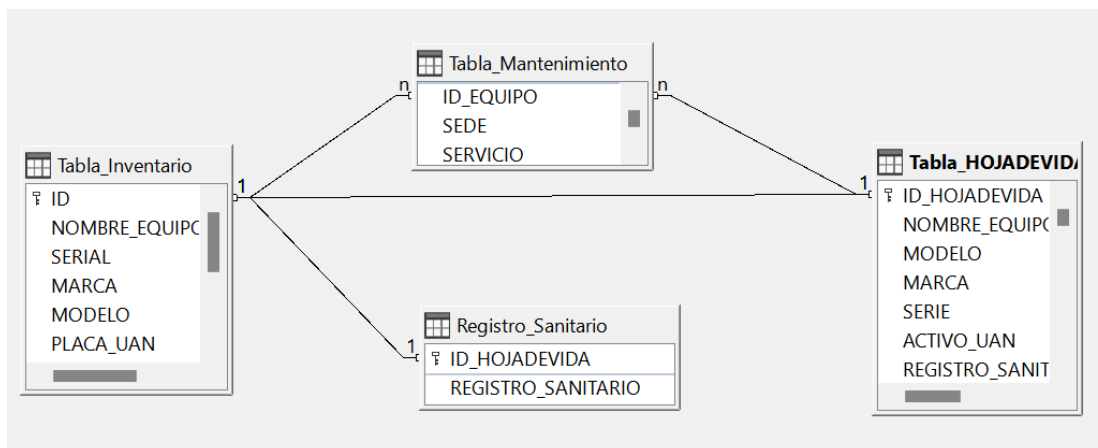
Respecto a la base de datos relacional, es un modelo de organización y gestión de datos en el que la información se almacena en tablas, donde cada tabla representa una entidad y las columnas de la tabla representan atributos. Las relaciones entre estas tablas se basan en las llaves primarias y foráneas, que permiten establecer conexiones significativas entre los datos. [31]

Con relación a esto, la selección de un atributo como "identificador único" o "llave primaria" fue un paso crucial en el diseño de la base de datos. La llave primaria es un atributo en una tabla que se elige para identificar de manera única cada fila o registro en esa tabla. La elección de una llave primaria garantiza la unicidad de los registros y permite establecer relaciones entre tablas a través de: [40]

- Las "restricciones de dominio": Definen para cada atributo o campo un conjunto de valores permitidos, lo que posibilita el control de los datos ingresados en las tablas. Además, se incluyen dos tipos especiales de estas restricciones: la de existencia, que impide valores nulos, y la de unicidad, que evita duplicados en los registros.
- Las "restricciones de integridad referencial": Estas se habilitan automáticamente cuando se establecen relaciones entre las tablas y evitan que aparezcan registros sin relación, lo que resulta en el rechazo de acciones que modifiquen las referencias establecidas.

## **Figura 11**

*Relaciones entre las tablas de la base de datos.*



En la figura 11, se puede observar que se escogió el ID del equipo, como clave primaria para cada una de las tablas, garantizando que esté sea único para cada uno de ellos.

### 8.6.1 Visualización de las hojas de vida

Se utilizó la funcionalidad de informes en LibreOffice Base para presentar de manera resumida y organizada la información almacenada en las tablas. Estos están vinculados a una consulta llamada “Consulta\_HojaDeVida”, la cual reúne el consolidado de registros de la tabla. Los informes creados tienen dos secciones:

- La sección de encabezado, que incluye información importante, como el título del informe, el logo de la institución, el código del documento y la versión.
- La sección de detalle de datos, dónde se presenta la información detallada para cada equipo biomédico.

### Figura 12

*Formato del informe para las hojas de vida.*

- C ab		UAN UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		HOJA DE VIDA EQUIPO BIOMÉDICO		CODIGO:EB-GT-0123 VERSION: 1					
- D et alle	ID	#ID						FOTO			
	NOMBRE DEL EQUIPO	#NOMBRE_EQUIPO						FUNCION			
	MODELO	#MODELO									
	MARCA	#MARCAS	INSTITUCION	#INSTITUCION			#FUNCION				
	SERIE	#SERIE	SERVICIO	#SERVICIO							
	ACTIVO UAN	#ACTIVO_UAN	CIUDAD	#CIUDAD							
	REGISTRO SANITARIO	#REGISTRO_SANITARIO	DEPARTAMENTO	#DEPARTAMENTO							
	COMPRA	#COMPRAS	FLUJO	#FLUJO	MOVIL	#MOVIL		USO MEDICO #USO_MEDICO			
	DONACION	#DONACION	PROVEEDOR	#PROVEEDOR		FABRICANTE	#FABRICANTE		USO_APOYO #USO_APOYO		
	COMODATO	#COMODATO	TELÉFONO	#TELÉFONO		PAIS	#PAIS	USO INDUSTRIAL #USO INDUSTRIAL			
	ALQUILER	#ALQUILER	DIRECCION	#DIRECCION		CIUDAD PROVEEDOR	#CIUDAD_PROVEEDOR				
	FECHA ADQUISICION	#FECHA_ADQUISICION	RIESGO MUY ALTO	#RIESGO_MUY_ALTO	RIESGO ALTO	#RIESGO_ALTO	RIESGO MODERADO	#RIESGO_MODERADO	RIESGO BAJO	#RIESGO_BAJO	USO MEDICO #USO_MEDICO
	FECHA INSTALACION	#FECHA_INSTALACION	RIESGO MUY ALTO	#RIESGO_MUY_ALTO	RIESGO ALTO	#RIESGO_ALTO	RIESGO MODERADO	#RIESGO_MODERADO	RIESGO BAJO	#RIESGO_BAJO	USO_APOYO #USO_APOYO
	LUGAR INSTALACION	#LUGAR_INSTALACION	RIESGO MUY ALTO	#RIESGO_MUY_ALTO	RIESGO ALTO	#RIESGO_ALTO	RIESGO MODERADO	#RIESGO_MODERADO	RIESGO BAJO	#RIESGO_BAJO	USO INDUSTRIAL #USO INDUSTRIAL
	FECHA INICIAL GARANTIA	#FECHA_INICIAL_GARANTIA	MANUAL OPERACION	#MANUAL_OPERACION	MANUAL MANTENIMIENTO	#MANUAL_MANTENIMIENTO	MANUAL PARTES	#MANUAL_PARTES	MANUAL DESPESAS	#MANUAL_DESPESAS	ANALISIS LAB #ANALISIS_LAB
FECHA FINAL GARANTIA	#FECHA_FINAL_GARANTIA	MANUAL MANTENIMIENTO	#MANUAL_MANTENIMIENTO	MANUAL PARTES	#MANUAL_PARTES	MANUAL DESPESAS	#MANUAL_DESPESAS	PLANOS ELECTRONICOS	#PLANOS_ELECTRONICOS	REHABILITACION #REHABILITACION	
VIDA UTIL	#VIDA_UTIL	MANUAL PARTES	#MANUAL_PARTES	MANUAL DESPESAS	#MANUAL_DESPESAS	PLANOS ELECTRICOS	#PLANOS_ELECTRICOS	PLANOS NEUMATICOS	#PLANOS_NEUMATICOS	PREVENCIÓN #PREVENCIÓN	
		MANUAL DESPESAS	#MANUAL_DESPESAS	PLANOS ELECTRICOS	#PLANOS_ELECTRICOS	PLANOS NEUMATICOS	#PLANOS_NEUMATICOS	PLANOS MECANICOS	#PLANOS_MECANICOS		
		PLANOS ELECTRICOS	#PLANOS_ELECTRICOS	PLANOS NEUMATICOS	#PLANOS_NEUMATICOS	PLANOS MECANICOS	#PLANOS_MECANICOS	PLANOS HIDRAULICOS	#PLANOS_HIDRAULICOS		
		PLANOS NEUMATICOS	#PLANOS_NEUMATICOS	PLANOS MECANICOS	#PLANOS_MECANICOS	PLANOS HIDRAULICOS	#PLANOS_HIDRAULICOS	OBSERVACIONES	#OBSERVACIONES		
		PLANOS MECANICOS	#PLANOS_MECANICOS	PLANOS HIDRAULICOS	#PLANOS_HIDRAULICOS	OBSERVACIONES	#OBSERVACIONES	MANT MENSUAL	#MANT_MENSUAL		
		PLANOS HIDRAULICOS	#PLANOS_HIDRAULICOS	OBSERVACIONES	#OBSERVACIONES	MANT MENSUAL	#MANT_MENSUAL	MANT BIMENSUAL	#MANT_BIMENSUAL		
		OBSERVACIONES	#OBSERVACIONES	MANT BIMENSUAL	#MANT_BIMENSUAL	MANT TRIMESTRAL	#MANT_TRIMESTRAL	MANT CADA 4 MESES	#MANT_CADA_4_MESES		
		MANT BIMENSUAL	#MANT_BIMENSUAL	MANT TRIMESTRAL	#MANT_TRIMESTRAL	MANT CADA 4 MESES	#MANT_CADA_4_MESES	SEMESTRAL	#SEMESTRAL		
		MANT TRIMESTRAL	#MANT_TRIMESTRAL	MANT CADA 4 MESES	#MANT_CADA_4_MESES	SEMESTRAL	#SEMESTRAL	ANUAL	#ANUAL		
		MANT CADA 4 MESES	#MANT_CADA_4_MESES	SEMESTRAL	#SEMESTRAL	ANUAL	#ANUAL	OTRO	#OTRO		
		SEMESTRAL	#SEMESTRAL	ANUAL	#ANUAL	OTRO	#OTRO	MANT PROPIO	#MANT_PROPIO		
		ANUAL	#ANUAL	OTRO	#OTRO	MANT PROPIO	#MANT_PROPIO	MANT CONTRATADO	#MANT_CONTRATADO		
		OTRO	#OTRO	MANT PROPIO	#MANT_PROPIO	MANT CONTRATADO	#MANT_CONTRATADO	MANT GARANTIA	#MANT_GARANTIA		
		MANT PROPIO	#MANT_PROPIO	MANT CONTRATADO	#MANT_CONTRATADO	MANT GARANTIA	#MANT_GARANTIA	MANT COMODATO	#MANT_COMODATO		
		MANT CONTRATADO	#MANT_CONTRATADO	MANT GARANTIA	#MANT_GARANTIA	MANT COMODATO	#MANT_COMODATO	NOMBRE RESPONSABLE	#NOMBRE_RESPONSABLE		
		MANT GARANTIA	#MANT_GARANTIA	MANT COMODATO	#MANT_COMODATO	NOMBRE RESPONSABLE	#NOMBRE_RESPONSABLE	TELÉFONO RESPONSABLE	#TELÉFONO_RESPONSABLE		
		MANT COMODATO	#MANT_COMODATO	NOMBRE RESPONSABLE	#NOMBRE_RESPONSABLE	TELÉFONO RESPONSABLE	#TELÉFONO_RESPONSABLE	COMPONENTES	#COMPONENTES		
		NOMBRE RESPONSABLE	#NOMBRE_RESPONSABLE	TELÉFONO RESPONSABLE	#TELÉFONO_RESPONSABLE	COMPONENTES	#COMPONENTES				

Indudablemente, en este proyecto, los informes generados son importantes en la gestión de datos y en la comunicación con los usuarios. Su versatilidad y utilidad se manifiestan plenamente a través de su capacidad de exportación a PDF y la opción de impresión.

### 8.6.2 Diseño de la bitácora de mantenimiento

Al igual que en la sección anterior, se creó un informe vinculado a la consulta llamada “Consulta\_Mantenimiento” que reúne toda la información referente a los mantenimientos del equipo biomédico, guardada previamente en la tabla “Tabla\_Mantenimiento”. Este informe también tiene dos secciones en donde el encabezado o cabecera es igual al de las hojas de vida, pero en el detalle se encuentra información sobre el servicio, el tipo de mantenimiento, la fecha en que se realiza el mantenimiento, el número de reporte asociado, las horas de trabajo, el costo, los repuestos empleados, algunas observaciones y el nombre del responsable, como se observa en la figura 13.

**Figura 13**

*Formato del informe para la bitácora de mantenimiento.*



Con el fin de que el usuario pueda ingresar los datos que se almacenan en la tabla de mantenimiento y, posteriormente, visualizarlos de manera ordenada en el informe que se presenta en la Figura 13, se ha diseñado un formulario denominado "BitácoraMantenimiento".

**Figura 14**

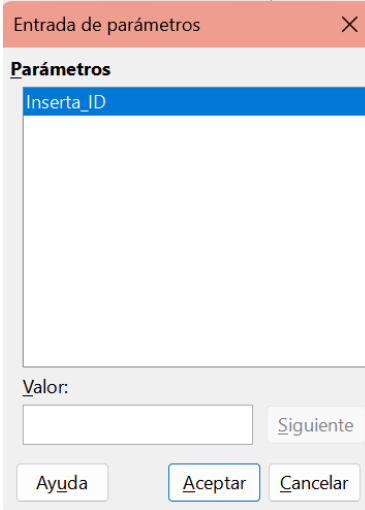
*Diseño del formulario para la bitácora de mantenimiento.*

Se implementó una funcionalidad que permite generar informes específicos para cada equipo biomédico. Para lograrlo, se crearon las consultas anteriormente mencionadas que solicitan el ingreso del ID único de cada equipo como parámetro. Luego, se configuró cada informe para utilizar este parámetro como filtro.

Al ejecutar el informe, el usuario tendrá la posibilidad de ingresar en una ventana emergente el ID del equipo que desea consultar. Una vez proporcionado el ID, el informe mostrará todos los datos relacionados con ese equipo en particular, lo que facilita la visualización de información detallada y personalizada para cada equipo biomédico.

### Figura 15

*Ventana emergente para el ingreso del parámetro de filtro.*



The image shows a modal dialog box with a title bar that says "Entrada de parámetros" and a close button (X). Inside the dialog, there is a section titled "Parámetros" which contains a list box with the text "Inserta\_ID". Below the list box is a text input field labeled "Valor:". To the right of the input field is a button labeled "Siguiete". At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Ayuda", "Aceptar", and "Cancelar".

#### 8.6.3 Diseño de la interfaz de usuario.

Se diseñó una interfaz que busca simplificar el acceso a información relevante sobre equipos biomédicos específicos. Este enfoque se basa en la creación de un formulario emergente que ofrece a los usuarios la capacidad de obtener datos detallados sobre equipos específicos en un formato organizado y eficiente.

Este formulario permite a los usuarios seleccionar un equipo biomédico en particular y visualizar varios aspectos clave de su información. En primer lugar, proporciona un listado de todos los equipos de la clínica, junto con datos almacenados en la "Tabla\_Inventario" como la marca, modelo y otros datos importantes.

Además, el formulario les otorga a los usuarios la capacidad de acceder a la hoja de vida de ese equipo y revisar los registros de mantenimiento durante el último año. Esto es necesario para el seguimiento de la tecnología, ya que ofrece una visión detallada de las actividades de mantenimiento recientes y su historial.

Una característica valiosa de este formulario es la posibilidad de acceder al registro sanitario del equipo en formato PDF. Por último, para proporcionar un sistema de gestión más completo, el formulario permite a los usuarios acceder a una ficha técnica detallada o a material multimedia, como videos, relacionados con el equipo en cuestión.

Además, la interfaz también ofrece la capacidad de agregar nuevos registros para equipos recién adquiridos. Los usuarios pueden crear la hoja de vida y generar informes de mantenimiento en la bitácora, asegurando que todos los equipos estén debidamente documentados y mantenidos. Allí también se añadió una función importante que permite a los usuarios acceder al índice de obsolescencia.

## Figura 16

*Diseño de la interfaz de usuario.*

The image shows a web application interface for managing biomedical equipment. At the top left is the logo for UAN (Universidad Antonio Nariño). The main header is a blue bar with the text "EQUIPOS BIOMÉDICOS CLÍNICA ODONTOLÓGICA CIRCUNVALAR". Below this, the interface is divided into several sections:

- LISTADO DE EQUIPOS:** A table with two columns: "ID" and "NOMBRE EQUIPO".
- INFORMACIÓN:** A form with the following fields: "ID", "NOMBRE EQUIPO", "MARCA", "SERIE", "MODELO", "PLACA UAN", "ARCHIVO", and "REGISTRO INVIMA".
- DOCUMENTACIÓN:** A menu with several options, each with a magnifying glass icon: "HOJA DE VIDA", "REGISTROS DE MANTENIMIENTO", "REPORTES DE MANTENIMIENTO", "REGISTRO SANITARIO", and "VIDEO O FICHA TÉCNICA".
- ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA:** A green button with a magnifying glass icon.
- Bottom Navigation:** A row of buttons: "NUEVO REGISTRO" (blue), "CREAR HOJA DE VIDA" (green), "BITÁCORA DE MANTENIMIENTO" (blue), "ATRÁS" (grey), "SIGUIENTE" (grey), and "GUARDAR" (green).

Para lograrlo y adaptar la experiencia del usuario final, se han incorporado botones con macros en la interfaz de usuario, utilizando el lenguaje de programación de alto nivel BASIC. Estos permiten automatizar acciones como el inicio de tareas y operaciones, así como la apertura de objetos para la visualización de los registros presentes en tablas o consultas, entre otras funcionalidades.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de macros empleadas para dichas actividades:

## Figura 17

### *Macros para abrir informes y formularios.*

```

' *****
Sub AbrirInformeHojaDeVida
' Subrutina para abrir el informe "Informe_HojaDeVida"
  ThisDatabaseDocument.ReportDocuments.GetByName("Informe_HojaDeVida").Open ' Abre el informe "Informe_HojaDeVida"
End Sub

' *****

Sub AbrirForm_Inventario
' Subrutina para abrir el formulario de inventario
  ThisDatabaseDocument.FormDocuments.GetByName("Formulario_Equipos").Open ' Abre el formulario "Formulario_Equipos"
  Wait 500 ' Espera 500 milisegundos (0.5 segundos) para dar tiempo a que se abra el formulario
  ThisDatabaseDocument.FormDocuments.GetByName("Formulario_HojaDeVida").Close ' Cierra el formulario "Formulario_HojaDeVida"
End Sub

' *****

Sub AbrirForm_HojaDeVida
' Subrutina para abrir el formulario de hoja de vida
  ThisDatabaseDocument.FormDocuments.GetByName("Formulario_HojaDeVida").Open ' Abre el formulario "Formulario_HojaDeVida"
  Wait 500 ' Espera 500 milisegundos (0.5 segundos) para dar tiempo a que se abra el formulario
  ThisDatabaseDocument.FormDocuments.GetByName("Formulario_Equipos").Close ' Cierra el formulario "Formulario_Equipos"
End Sub

' *****

```

También se creó una macro que tiene la función de abrir un explorador de archivos en una ruta específica para acceder a un archivo adjunto relacionado con el registro sanitario de un componente y mostrar mensajes informativos en consecuencia.

## Figura 18

### *Macro para abrir archivos adjuntos.*

```

' *****
Sub ExplorerRegistroInvima(oEvent As Object)
' Subrutina para abrir un explorador de archivos en una ruta específica para el registro sanitario de INVIMA
  Dim oRutaLink As String ' Variable para almacenar la ruta en formato LINK
  Dim oRutaOS As String ' Variable para almacenar la ruta en formato OS
  Dim oForm As Object ' Variable para el formulario
  Dim oBoton As Object ' Variable para el botón que activó el evento
  Dim oField As Object ' Variable para el campo
  Dim oRutaFinal As String ' Variable para la ruta final

  ' Cargar la biblioteca "Tools" del alcance global
  GlobalScope.BasicLibraries.LoadLibrary("Tools")

  ' Obtener la ruta en formato LINK del componente actual y agregar una barra al final
  oRutaLink = (DirectoryNameofPath(ThisComponent.Parent.GetURL(), "/" & "/"

  ' Convertir la ruta de formato LINK a formato OS
  oRutaOS = ConvertFromURL(oRutaLink)

  ' Obtener el botón que activó el evento y el formulario al que pertenece
  oBoton = oEvent.Source.Model
  oForm = oBoton.Parent

```

```

If oForm.HasByName("REGISTRO_SANITARIO") Then ' Verificar si el formulario tiene un campo llamado "REGISTRO_SANITARIO"
oField = oForm.getByName("REGISTRO_SANITARIO") ' Obtener el campo "REGISTRO_SANITARIO"
If oField.Text = "NO APLICA" Or oField.Text = "NO TIENE" Then ' Verificar si el campo contiene "NO APLICA" o "NO TIENE"
MsgBox "No existe el registro sanitario adjunto", 0 + 64, "Información" ' Mostrar mensaje de información
Exit Sub ' Salir de la subrutina
End If

' Crear la ruta final para el archivo adjunto del registro sanitario
oRutaFinal = oRutaOS & "REGISTRO_SANITARIO\ " & oField.getCurrentValue

' Mostrar mensaje para confirmar la apertura del archivo adjunto
Archivo = MsgBox("Abrir archivo" & Chr(13) & Chr(13) & oRutaFinal, MB_YESNO, "INFORMACIÓN")
If Archivo = IDYES Then ' Si el usuario confirma la apertura
Shell("explorer", 1, oRutaFinal) ' Abrir el explorador de archivos en la ruta final
Else
MsgBox "CANCELADA", 0 + 64, "Acción" ' Mostrar mensaje de acción cancelada
End If
Else
MsgBox "El campo 'REGISTRO_SANITARIO' no existe en el formulario." ' Mostrar mensaje si el campo "REGISTRO_SANITARIO" no existe
End If
End Sub

```

Esta interfaz contiene botones de comando que, a través de procedimientos de evento, permiten acceder a los objetos de la base de datos para interactuar con los formularios, generar informes y consultar documentos.

#### 8.6.4 Diseño de la interfaz de autenticación de usuario (Login).

La autenticación de usuario en una base de datos es esencial para garantizar la seguridad de los datos, controlar el acceso y proteger la privacidad. Por tal motivo se crearon algunas "sentencias de control", las cuales son comandos empleados por los administradores de una base de datos para llevar a cabo diversas acciones. Esto puede incluir la creación de usuarios y la asignación o eliminación de permisos específicos. [31]

Para llevar a cabo esta actividad, se comenzó creando una tabla llamada "Usuarios " donde se registraron los datos de los usuarios y posteriormente en la sección de "Herramientas-SQL" de LibreOffice Base, se crearon los permisos de lectura y escritura sobre las tablas de la base de datos, como se muestra a continuación:

```

CREATE USER "Coordinador" PASSWORD "coor.clini*****"
CREATE USER "Invitado" PASSWORD "clini*****"
GRANT ALL ON "Usuarios" TO "Coordinador"
REVOKE ALL ON "Usuarios" FROM "Invitado"

```

Luego, se creó un formulario cuya función es autenticar a los usuarios una vez se abre la base de datos, garantizando que solo aquellos con credenciales autorizadas puedan acceder y utilizar la base de datos de manera segura, protegiendo la información almacenada.

## Figura 19

*Diseño de la interfaz de autenticación de usuario (Login)*

En la sección de detalles de este formulario, se incluyeron:

- Casillas de texto: Estos facilitan la introducción del nombre de usuario y contraseña.
- Botones de comando: Uno de estos botones “ACEPTAR” valida, a través de una macro, que los datos ingresados coincidan con los registros en la tabla "Usuarios " y sean correctos. El otro botón “CANCELAR” se encarga de cerrar la base de datos mediante una macro.

### **8.7 Fase 7: Entrega e implementación del sistema de gestión.**

Para lograr la ejecución del sistema de gestión en los equipos de cómputo del personal encargado, se tuvo que instalar LibreOffice Base 7.5.5 desde su sitio web oficial.

Es importante mencionar que, LibreOffice Base utiliza Java para ejecutar ciertas funcionalidades y extensiones, como la generación de informes avanzados y la ejecución de macros personalizadas. Es decir que, algunas características de LibreOffice Base pueden depender de ciertas versiones de Java para funcionar correctamente.[31]

Por esta razón, fue necesario instalar Java JRE (Java Runtime Environment) "Update 381", que es una versión específica del entorno de ejecución de Java desarrollada por Oracle. [46] Al instalar LibreOffice Base, es fundamental configurarlo para utilizar la versión de Java correspondiente. Esto asegura la compatibilidad y un rendimiento óptimo de LibreOffice Base, especialmente en las funciones que dependen de Java.

### **8.8 Fase 8: Capacitación y entrega de la guía de uso al personal encargado.**

Se elaboró una guía de fácil comprensión que combina texto e ilustraciones para proporcionar instrucciones claras al personal de la institución sobre cómo utilizar las diferentes herramientas disponibles en la base de datos.

Posteriormente, se brindó capacitación a la coordinadora de la clínica odontológica de la UAN en la sede Bogotá-Circunvalar, quien tiene responsabilidad en la gestión tecnológica. Esta capacitación tenía como objetivo permitirle acceder de manera ágil y efectiva a todos los elementos y documentos relacionados con los equipos en la base de datos. Una vez finalizada esta capacitación, se procedió a realizar la encuesta de satisfacción.

Con el fin de evaluar el sistema de gestión en términos de eficacia, facilidad de uso y accesibilidad, y para medir la satisfacción y conformidad de la institución con esta herramienta, se llevó a cabo una encuesta de satisfacción. La encuesta fue creada utilizando la plataforma Formularios de Google. Algunas de estas preguntas utilizan una escala de Likert de cinco puntos, donde se presenta una afirmación y los encuestados deben indicar su nivel de acuerdo o satisfacción con dicha afirmación. [47] Esto permite cuantificar percepciones en relación con las preguntas presentadas, desde "Muy en desacuerdo" hasta "Muy de acuerdo".

## **9. Resultados y análisis de resultados**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a lo largo del proceso de ejecución de cada una de las actividades que forman parte de las fases propuestas.

- Fase 1: Recopilación de información de los equipos biomédicos de la clínica.

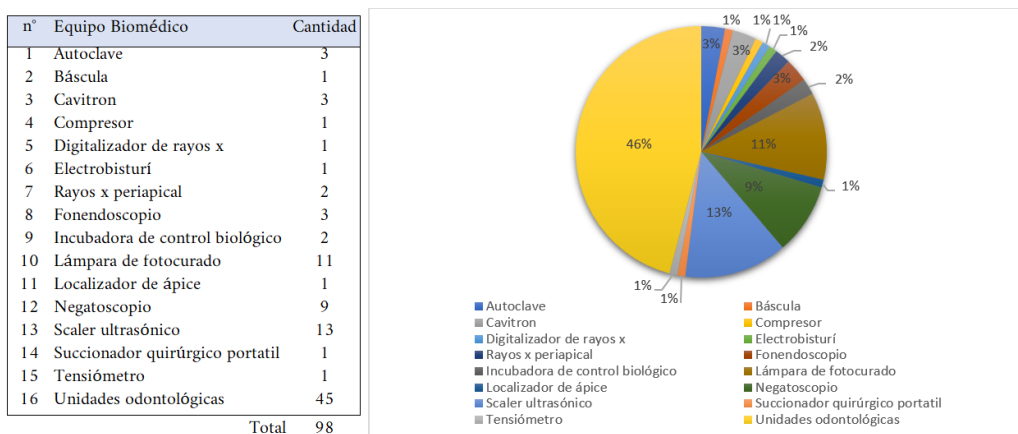
Durante un período de dos semanas, se llevaron a cabo visitas a la clínica que incluyeron charlas con la coordinadora, revisión documental de los equipos para identificar deficiencias, y la verificación de la correspondencia entre los documentos físicos y los equipos. Allí se lograron identificar y comprender las necesidades relacionadas con la gestión de la tecnología. Posteriormente, se procedió

con la realización del inventario directamente en la herramienta de ‘tablas’ de LibreOffice Base. Este procedimiento implicó una minuciosa inspección visual directa de todos los activos biomédicos, en la cual el resultado esperado era obtener información detallada que incluyera la marca, modelo, número de serie y el activo correspondiente de cada equipo. Al concluir el inventario, se registró un total de 98 equipos biomédicos, cuyo listado se encuentra disponible en el Anexo 1.

A partir de los datos consolidados en el inventario, se puede identificar que en la clínica existen 16 categorías de equipos biomédicos. Entre estas categorías, la mayor proporción de la tecnología biomédica disponible está representada por las unidades odontológicas, las cuales constituyen el 48% del inventario. Luego, se encuentran los scaler ultrasónicos, que conforman el 13% del inventario, seguidos por las lámparas de fotocurado, que constituyen el 11% del mismo. Esto indica que las unidades odontológicas son los equipos más numerosos en la clínica en términos de cantidad, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 20**

*Cantidad de equipos en la clínica.*



Utilizando la documentación facilitada por la institución y los datos recolectados durante la ejecución del inventario, se incorporaron en la actualización de las hojas de vida aspectos relacionados con las propiedades físicas y funcionales de los equipos biomédicos, en concordancia con la resolución 3100 de 2019: función, vida útil, dimensiones, magnitudes, especificaciones técnicas,



características ambientales, clasificación biomédica y por riesgo, entre otros.

- Fase 2: Verificación de registros sanitarios y permisos de comercialización.

En esta fase se obtuvieron los registros sanitarios y permisos de comercialización correspondientes a cada uno de los equipos en la página oficial del INVIMA, y fueron guardados en formato PDF e incorporados en el sistema de gestión de manera exitosa.

- Fase 3: Diseño de la interfaz para las hojas de vida digitales.

De acuerdo al diseño esquematizado en la Figura 8, como resultado se obtuvo una ficha técnica, como se muestra en la Figura 21. Este formulario permitió la presentación de los datos de manera clara y accesible, así como el diligenciamiento de los datos de manera más intuitiva. En la representación gráfica, se puede apreciar que esta se subdivide en tres apartados, donde se organiza y expone la información relacionada con la dotación biomédica.

**Figura 21**

*Ejemplo ficha técnica-hoja de vida de un equipo biomédico.*

**UAN**  
UNIVERSIDAD DE  
ANTONIO NARIÑO

**HOJA DE VIDA EQUIPOS BIOMÉDICOS**

CÓDIGO: EB-GT-0123  
VERSIÓN: 1

**1. DESCRIPCIONES GENERALES**

ID\_EQUIPO: 17  
NOMBRE EQUIPO: LÁMPARA DE FOTOCURADO / CURING LIGHT  
MODELO: LED D  
SERIAL: L21AD138D  
NUM\_ACTIVO: NO APLICA  
MARCAS: WOODPECKER  
REGISTRO\_SANITA: INVIMA 2018DM-001882

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SERVICIO: CLÍNICA ODONTOLÓGICA CIRCUNVALAR  
CIUDAD: BOGOTÁ  
DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA  
FIJO:   
MOVIL:

FUNCIÓN: SE UTILIZA EN ODONTOLÓGIA. TIENE LA FUNCIÓN DE ACELERAR EL PROCESO DE SOLIDIFICACIÓN DEL MATERIAL DE CURADO DE LA RESTAURACIÓN DENTAL.

**2. REGISTRO DE APOYO TÉCNICO**

**ADQUISICIÓN**  
COMPRA:   
DONACIÓN:   
COMODATO:   
ALQUILER:   
VIDA ÚTIL: 8 AÑOS

**REGISTRO HISTÓRICO**

**DATOS DEL PROVEEDOR**  
PROVEEDOR: IMPORTACIONES DENTAL UNIVERSITARIO S.A.  
TELÉFONO: 6120199  
DIRECCIÓN: CALLE 13 N NO 3-12  
CIUDAD: CALI  
FABRICANTE: GULIN WOODPECKER MEDICAL INS  
PAÍS\_ORIGEN: CHINA

**FUENTES DE ALIMENTACIÓN**  
ALIM\_AGUA:   
ALIM\_ARE:   
ALIM\_GAS\_NATU:   
ALIM\_VAPOR:   
ALIM\_ELECTRICO:   
ALIM\_ENERGIA SOLAR:   
ALIM\_ACPM:   
ALIM\_NEUMÁTICO:   
OTRO: BATERIA 5 V

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**  
FRECUENCIA: 50 A 60 Hz  
TEMPERATURA: 5 A 40 °C  
VOLTAGE: 5 V DC  
CAPACIDAD: NO APLICA  
CORRIENTE: 10 A  
PRESIÓN: 10 A 15 PSI  
POTENCIA: 3 W  
HUMEDAD: 30 A 75%  
PESO: 143 g

**3. REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

**MANUALES**  
MANUAL OPERACIÓN:   
MANUAL MANTENIMIENTO:   
MANUAL PARTES:   
MANUAL DESPESAS:   
OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA LIMPIEZA DEPUÉS DE CADA PROCEDIMIENTO. EVITAR GOLPES Y CAIDAS. REMOVER RESIDUOS DE RESINA EN LA PUNTA DE LA UNIDAD. EVITAR APOYAR SOBRE EL ACRÍLICO.

**MANUALS**  
PLANOS ELECTRÓNICOS:   
PLANOS ELÉCTRICOS:   
PLANOS NEUMÁTICOS:   
PLANOS MECÁNICOS:   
PLANOS HIDRÁULICOS:

**TECNOLOGÍA PREDOMINANTE**  
TECNOLOGÍA\_ELECTRÓNICA:   
TECNOLOGÍA\_ELECTRICA:   
TECNOLOGÍA\_MECÁNICA:   
TECNOLOGÍA\_HIDRÁULICA:   
TECNOLOGÍA\_NEUM:   
TECNOLOGÍA\_VAPOR:   
TECNOLOGÍA\_ELECTRICA:   
TECNOLOGÍA\_SOLAR:

**CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA**  
APOYO DIAGNÓSTICO:   
TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA ANÁLISIS LABORATORIO:   
REHABILITACIÓN:   
PREVENCIÓN:

**CLASIFICACIÓN POR RIESGO**  
RIESGO MUY ALTO:   
RIESGO ALTO:   
RIESGO MODERADO:   
RIESGO BAJO:

**USO**  
USO MÉDICO:   
USO APOYO:   
USO INDUSTRIAL:

**COMPONENTES**  
UNIDAD PRINCIPAL. PARTE SUPERIOR DE LA UNIDAD PRINCIPAL. PROTECTOR DE LUZ. ADAPTADOR. BASE DE CARGA. BATERIA. CERTIFICADO DE CALIDAD. MANUAL DE INSTRUCCIONES. CARTA DE GARANTÍA.

**3. REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

**TIPO DE MANTENIMIENTO**  
MANT\_PROPIO:   
MANT\_CONTRATADO:   
MANT\_GARANTIA:   
MANT\_COMODATO:

**RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO**  
NOMBRE\_RESPONSABLE: ASISTENCIA TÉCNICA DENTAL S.A.S  
TELÉFONO: 311 2971358

**FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO**  
MENSUAL:   
BIMENSUAL:   
TRIMESTRAL:   
CADA 4 MESES:   
SEMESTRAL:   
ANUAL:   
BIANUAL:   
OTRO:

REGRESAR A INVENTARIO

- Fase 4: Diligenciamiento y actualización de los formatos de hoja de vida.

En la figura anterior, se aprecia la hoja de vida correspondiente a una lámpara de fotocurado, sin embargo, los campos vacíos en el registro histórico se deben a que no se han encontrado documentos, como facturas de compra, que brinden información relevante acerca del proceso de adquisición de estos equipos. Además, no se dispone de informes u otra documentación que contemple datos históricos, tales como fechas de adquisición, instalación, inicio de operaciones de los activos, así como el período de garantía estipulado por los proveedores.

Dado que los campos y registros están vinculados a una consulta de selección, como resultado de esta actividad, se produce de manera automática la generación de fichas técnicas individuales con la información guardada en las tablas, para cada uno de los 98 equipos biomédicos.

Como consecuencia de esta fase, se logró la actualización de las hojas de vida con datos que no estaban disponibles en los registros físicos, garantizando especialmente el cumplimiento de los requisitos establecidos por la normativa vigente.

- Fase 5: Implementación del índice de obsolescencia.

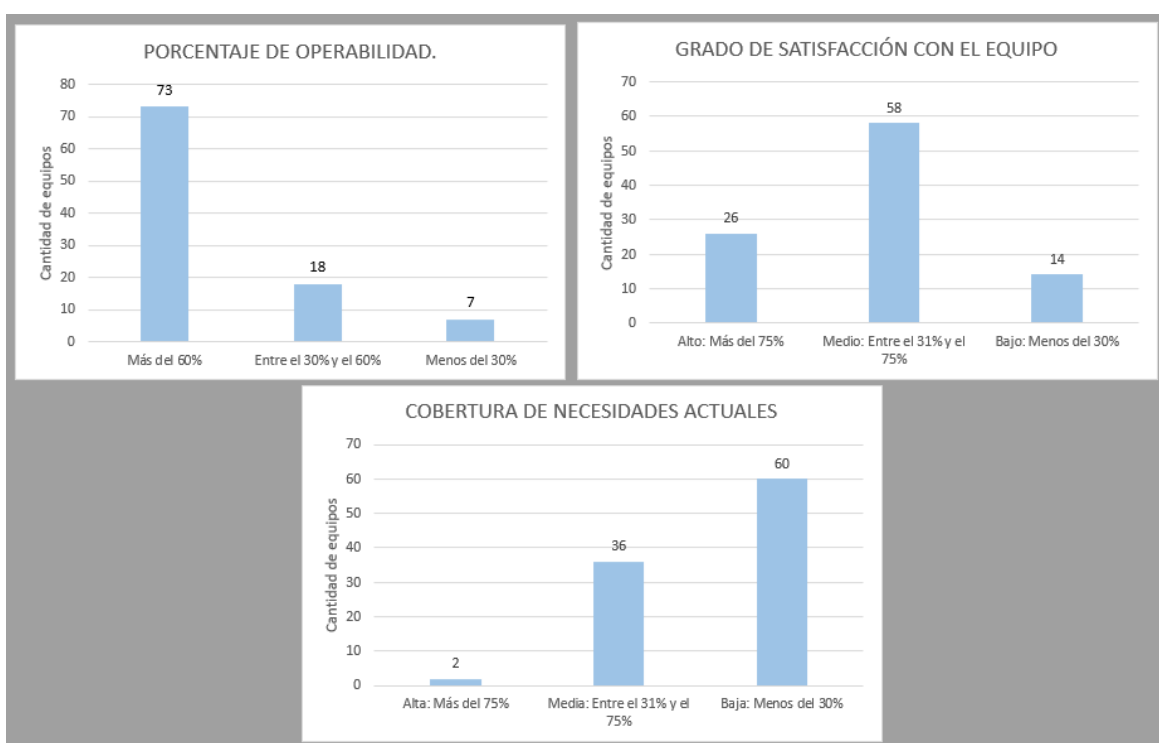
Aunque la información ingresada en el formato se traduce en una evaluación ponderada que decide si la sustitución de la tecnología es urgente y debe llevarse a cabo de inmediato, si es preferible realizarla en un corto plazo, si necesita ser evaluada en un período de un año o si la tecnología no requiere ni evaluación ni renovación, en este caso no fue posible lograr dicho resultado.

Como se mencionó en la fase 4, la ausencia de facturas de compra y de informes históricos que registren las fechas de adquisición, instalación e inicio de operaciones de los equipos biomédicos dificulta la obtención de datos esenciales para la evaluación técnica. Esto incluye la determinación de la edad de los equipos, la disponibilidad de soporte de repuestos y/o consumibles, así como para la evaluación económica que depende del precio de adquisición.

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación clínica, que se llevó a cabo por medio de una encuesta a la coordinadora de la clínica. Esta encuesta abordó varios criterios fundamentales para cada equipo, conforme a la herramienta establecida por el Ministerio de Salud, tales como el nivel de operatividad, la incidencia de eventos adversos, la satisfacción del personal a cargo de la operación y la cobertura de las necesidades actuales.

## Figura 22

*Resultados evaluación clínica del índice de obsolescencia.*



A partir de los resultados de esta evaluación, presentados en la Figura 22, se ha determinado que, en la clínica, alrededor de 73 equipos utilizan la mayoría de funciones que ofrecen, es decir, más del 60% de las mismas. Entre los equipos más utilizados se encuentran autoclaves, cavitrones, incubadoras de control biológico, lámparas de fotocurado, scaler ultrasónicos y unidades odontológicas, mientras que los menos utilizados incluyen el electrobisturí, el fonendoscopio, el tensiómetro, el succionador portátil y el localizador apical.

Adicionalmente, se observa que únicamente el 26,5% de los equipos (26 en total) ha obtenido un alto nivel de satisfacción por parte de la coordinadora. Respecto a la cobertura de necesidades actuales, es decir, la comparación de los equipos de la clínica con los disponibles en el mercado, se constata que al menos el 61,22% de los equipos ofrece una cobertura de necesidades baja o limitada, representando menos del 30% de las necesidades actuales.

A pesar de no haber sido posible determinar el índice de obsolescencia ni proporcionar observaciones sobre la renovación de cada equipo, es relevante subrayar que, como resultado de esta actividad, se ha integrado en el sistema de gestión el formato de la matriz con la información que fue posible recolectar. La finalidad de esto es permitir que, en el caso de que se encuentren las facturas o informes de ingreso de los equipos en el futuro, se puedan completar los campos correspondientes. Esto, a su vez, posibilitará que el encargado de la tecnología pueda obtener las ponderaciones de manera automática, tal como se ilustra en la Figura 4 de este documento.

- Fase 6: Diseño de la base de datos para el manejo de la información de los equipos.

Con el propósito de seguir principios efectivos de diseño e implementar una estructura de base de datos comprensible, se asignaron nombres a las tablas y otros componentes del modelo relacional de acuerdo con las entidades que representan, obteniendo como resultado la estructura que se muestra a continuación, dónde se puede observar si las relaciones entre ellas son de tipo ‘Uno a Uno’ (1:1) o ‘Uno a Muchos’ (1: N) y las llaves o claves primarias (  $\overline{\text{K}}$  ).

### **Figura 23**

*Modelo lógico relacional de la base de datos.*




- Visualización de las hojas de vida.

En esta etapa se logró el resultado esperado ya que se genera un informe de la hoja de vida individual para cada uno de los equipos, el cual se puede visualizar después de ingresar el parámetro de filtro, que en este caso es el ID del equipo. Es relevante destacar que esta ficha técnica, creada mediante un objeto informe, presenta la ventaja de ser exportable a diversos formatos, incluyendo PDF, Word y Excel. Esta flexibilidad facilita su almacenamiento en la memoria local y permite su impresión según las necesidades, ofreciendo así una gestión y difusión de la información más versátil y eficiente.

**Figura 25**

*Ejemplo: Informe de la ficha técnica.*

UAN ANTONIO NARIÑO		HOJA DE VIDA EQUIPO BIOMÉDICO				CÓDIGO: EB-GT-0123 VERSIÓN: 1	
<b>ID</b> 1						<b>FOTO</b>  <b>FUNCIÓN</b> DISPOSITIVO PARA LA ESTERILIZACIÓN DE INSTRUMENTAL MÉDICO Y ODONTOLÓGICO USANDO COMO AGENTE ESTERILIZADOR EL VAPOUR SATURADO.	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b> AUTOLAVE PARA USO ODONTOLÓGICO Y MEDICO-AUTOMAT Y AUTOMAT IIC		<b>MODELO</b> 3300H-FALSO		<b>INSTITUCIÓN</b> UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S	
<b>MARCA</b> AUTOMAT 3300		<b>SERIE</b> 3300-000A		<b>SÚBITA ODONTOLÓGICA</b> SENSIBILIZAR		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S	
<b>UBICACIÓN</b> 2175		<b>CUBIERTA</b> 000074		<b>CUBIERTA</b> 000074		<b>PAIS</b> COLOMBIA	
<b>REGISTRO SANITARIO</b> 50104 00001-00000		<b>DEPARTAMENTO</b> GUADUPE		<b>CUBIERTA</b> 000074		<b>USO MÉDICO</b> VERDADERO	
<b>COMPRA</b> VERDADERO		<b>ALQUILAR</b> FALSO		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO AFIDIO</b> FALSO	
<b>CONDICIÓN</b> FALSO		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO INDUSTRIAL</b> FALSO	
<b>CONDICIÓN</b> FALSO		<b>TELÉFONO</b> 030372		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO MÉDICO</b> VERDADERO	
<b>ALQUILAR</b> FALSO		<b>TELÉFONO</b> 030372		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO AFIDIO</b> FALSO	
<b>FECHA ADQUISICIÓN</b>		<b>DIRECCIÓN</b> SALUD SUR N° 19-49		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO INDUSTRIAL</b> FALSO	
<b>FECHA INSTALACIÓN</b>		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO MÉDICO</b> VERDADERO	
<b>LUGAR INSTALACIÓN</b> CLINICA ODONTOLÓGICA UAN		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO AFIDIO</b> FALSO	
<b>FECHA VIGIL. GARANTÍA</b>		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO INDUSTRIAL</b> FALSO	
<b>FECHA FINAL GARANTÍA</b>		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO MÉDICO</b> VERDADERO	
<b>VIGIL. OBL.</b> 36 MESES		<b>PROVEEDOR</b> DENTOMAT S.A.S		<b>FABRICANTE</b> DENTOMAT S.A.S		<b>USO AFIDIO</b> FALSO	
<b>MANUAL OPERACIÓN</b> VERDADERO		<b>TIC ELÉCTRICA</b> FALSO		<b>AGUA</b> VERDADERO		<b>AFIDIO Y DIAGNÓSTICO</b> FALSO	
<b>MANUAL MANTENIMIENTO</b> FALSO		<b>TIC ELÉCTRICA</b> FALSO		<b>AIRE</b> FALSO		<b>ANÁLISIS LAS</b> FALSO	
<b>MANUAL PARTES</b> FALSO		<b>TIC MECÁNICA</b> FALSO		<b>SAS NATURAL</b> FALSO		<b>REHABILITACIÓN</b> FALSO	
<b>MANUAL REPARACIÓN</b> FALSO		<b>TIC MECÁNICA</b> FALSO		<b>VAPOR</b> VERDADERO		<b>PREVENCIÓN</b> VERDADERO	
<b>PLANCHAS ELECTRODINÁMICAS</b> FALSO		<b>TIC ELECTROMECÁNICA</b> FALSO		<b>ELECTRICIDAD</b> VERDADERO		<b>FRECUENCIA</b> 50 A 60 HZ	
<b>PLANCHAS ELÉCTRICAS</b> FALSO		<b>TIC MECÁNICA</b> FALSO		<b>ACUM.</b> FALSO		<b>PRESIÓN</b> 30 A 35 PSI	
<b>PLANCHAS NEUMÁTICAS</b> FALSO		<b>TIC VAPOR</b> VERDADERO		<b>NEUMÁTICO</b> FALSO		<b>HUMEDAD</b> 10 A 80%	
<b>PLANCHAS MECÁNICAS</b> FALSO		<b>TIC SOLAR</b> FALSO		<b>OTRO</b>		<b>TEMPERATURA</b> 10 A 130 °C	
<b>PLANCHAS HIDRÁULICAS</b> FALSO		<b>TIC SOLAR</b> FALSO		<b>OTRO</b>		<b>POTENCIA</b> 2000 W	
<b>OTRO</b>		<b>TIC SOLAR</b> FALSO		<b>OTRO</b>		<b>PREO</b>	
<b>REQUIERE ESPACIOS LIBRES EN LA PARTE POSTERIOR Y LATERAL, LIMPIAR PERIÓDICAMENTE LA POCASADA Y LAS BANDERAS, PONER FITEGRADOR QUÍMICO EN TODAS LAS CARGAS Y UNA VEZ AL MES CICLAR CON INDICADOR BIOLÓGICO.</b>		<b>MANT. GENERAL</b> VERDADERO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>INDICADOR RESPONSABLE</b>	
<b>MANT. GENERAL</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>RESPONSABLE TÉCNICA</b> DENTOMAT S.A.S	
<b>MANT. TÉCNICO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>COMPONENTES</b>	
<b>MANT. DATA E INGENIERIA</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	
<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>MANT. PROFIO</b> FALSO		<b>AGUA DESPLAZA, INDICADOR BIOLÓGICO E INDICADOR QUÍMICO.</b>	

llevadas a cabo en relación con el mantenimiento, calibración, ajustes y otras actividades realizadas en los equipos biomédicos de la clínica.


Como se puede observar en la Figura 26, la bitácora se divide en dos secciones: la primera sección se centra en la identificación del equipo, y la segunda sección se dedica al registro detallado de la información que se irá mostrando en filas conforme se llene el formulario de mantenimiento. Esta comprende:

1. Fecha de la actividad, incluyendo día, mes y año.
2. Tipo de intervención, que puede ser mantenimiento preventivo, correctivo, calibración u otra categoría, junto con el número correspondiente de reporte, protocolo, certificado o lista de control.
3. En el campo de observaciones, se proporciona una descripción de la actividad realizada, el tiempo requerido por el ingeniero o técnico, así como los repuestos utilizados.
4. Nombre completo de la empresa y del personal responsable de llevar a cabo la actividad.

Se destaca que, en la actualidad, estos documentos se encuentran en blanco debido a restricciones relacionadas con firmas y autorizaciones para modificar los informes físicos existentes. Sin embargo, el propósito fundamental de esta implementación es habilitar la gestión electrónica y el registro digital de estos informes y registros de mantenimiento una vez se entregue el sistema de gestión.

## Figura 26

*Ejemplo: Informe Bitácora de mantenimiento.*

		<b>BITÁCORA DE MANTENIMIENTO EQUIPO BIOMÉDICO</b>										CÓDIGO: EB-GT-0123 VERSIÓN: 01			
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>		AUTOCLAVE PARA USO ODONTOLÓGICO Y MEDICO - AUTOMAT Y AUTOMAT MC													
<b>MODELO</b>		3000H-FA100													
<b>MARCA</b>		AUTOMAT 8000													
<b>SERIE</b>		8000-0095A													
ID EQUIPO	SEDE	SERVICIO	INST	TRAS	PREV	CORR	PRED	CAL	FECHA	No REPORTE	HORAS TRABAJO	REPUESTOS	COSTO	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
1	UAN CIRCUNVALAR	CLÍNICA ODONTOLÓGICA	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	08/08/23		2	NINGUNO	120000	NO APLICA	ATD

- Diseño de la interfaz de usuario.

Se logró concebir una interfaz visual de la base de datos enfocada en ofrecer una herramienta fácil de usar, que simplifique el acceso a información crítica relacionada con equipos biomédicos específicos. Como resultado, esta interfaz constituye una solución integral para la administración de los equipos en la clínica odontológica, según lo planeado.

Esto se logró mediante la inclusión de botones de comando que, a través de procedimientos de eventos, permiten interactuar con los elementos de la base de datos, lo que posibilitó la interacción con formularios, la generación de informes y la consulta de documentos en formato PDF, como lo es el registro sanitario y los registros de mantenimiento en el último año (Figura 27). Este diseño intuitivo mejora la comprensión de la información, lo que a su vez genera satisfacción y comodidad para el usuario final.

**Figura 27**

*Formulario de consulta.*

De esta manera, se logró que el usuario que utilice la base de datos pueda abrir un documento PDF de su elección simplemente haciendo clic en cualquiera de los íconos de lupa ubicados justo



después de las etiquetas que muestran los nombres de los archivos. Estos documentos se almacenan en carpetas ubicadas en la misma ubicación que la base de datos en el disco local. Por otro lado, al hacer clic en algún equipo de la lista, se cambia automáticamente la información de nombre, marca, modelo, serie, activo fijo y número de registro sanitario que le corresponde.

Específicamente para el acceso a videos o fichas técnicas que se han incorporado como material didáctico, relacionado con las especificaciones técnicas del equipo o las indicaciones proporcionadas por el fabricante para llevar a cabo mantenimientos adecuados, se ha incluido una macro que tiene la capacidad de abrir un enlace externo en un sitio web si se encuentra disponible en el campo "ENLACE".

## Figura 28

*Macro para abrir enlaces en un sitio web.*

```

' =====
Sub BtnENLACE_Click(oEvent As Object)
' Subrutina para manejar el clic en el botón "BtnENLACE"
Dim oForm As Object ' Variable para el formulario
Dim oField As Object ' Variable para el campo
Dim sLink As String ' Variable para almacenar el enlace

oForm = oEvent.Source.Model.Parent ' Obtener el formulario al que pertenece el botón que activó el evento
oField = oForm.GetByName("ENLACE") ' Obtener el campo llamado "ENLACE"
sLink = oField.Text ' Obtener el texto contenido en el campo "ENLACE"

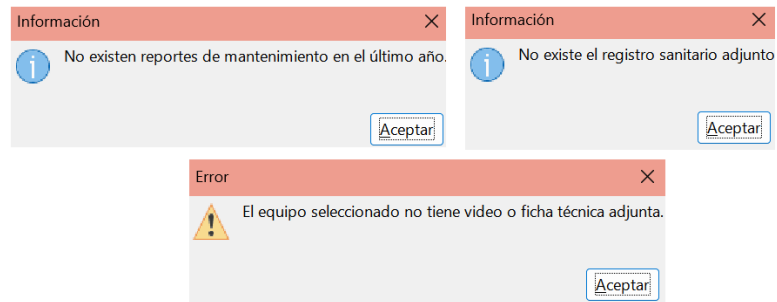
If sLink = "" Or sLink = "NO TIENE" Then ' Verificar si el enlace está vacío o contiene "NO TIENE"
    MsgBox "El equipo seleccionado no tiene video o ficha técnica adjunta.", 48, "Error" ' Mostrar mensaje de error
Else
    OpenLink(sLink) ' Llamar a la función "OpenLink" para abrir el enlace
End If
End Sub
' =====

```

De este modo, se obtuvo como resultado que las macros ofrecieran una funcionalidad significativa al permitir la apertura de documentos correlacionados, al tiempo que informan al usuario a través de alertas o ventanas emergentes cuando no se encuentran disponibles.

## Figura 29

*Alertas emergentes en el formulario de consulta.*

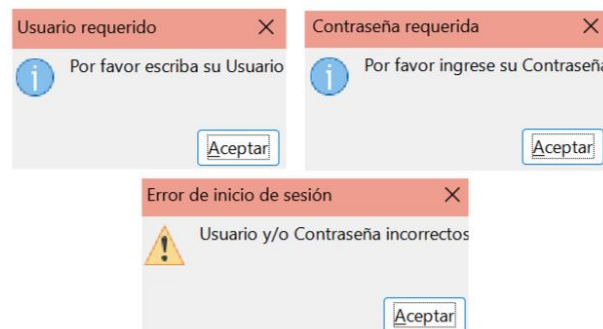


- Diseño de la interfaz de autenticación de usuario (Login).

A través del formulario mostrado en la figura 19, se logró la verificación de la autenticación del usuario al ingresar al sistema. Obteniendo como resultado que, en caso de que algún campo de texto esté vacío o si las credenciales de inicio de sesión no son correctas, se notifique al usuario mediante alertas emergentes, como se muestra en la Figura 29.

### Figura 30

*Alertas emergentes en el formulario de Login.*



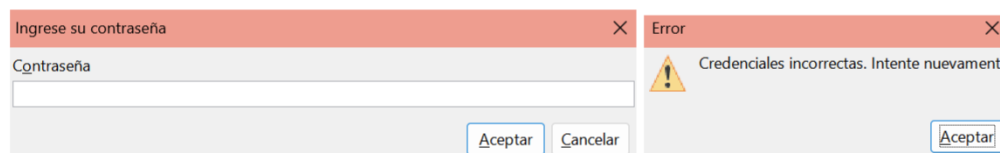
Con el fin de asegurar la integridad de la base de datos y prevenir alteraciones no autorizadas, se establecieron dos tipos de usuarios: uno para el coordinador o responsable de la gestión tecnológica en la clínica y otro para invitados. De esta manera, el usuario del coordinador tiene acceso completo para agregar y modificar información, mientras que el usuario invitado solo tiene permisos de visualización de los registros existentes sin la capacidad de realizar cambios o adiciones.

Adicionalmente, se consiguió que, cuando se intente generar la hoja de vida para un nuevo equipo, el sistema dirija al usuario a una ventana emergente donde se le solicita volver a ingresar la

contraseña del administrador, tal como se muestra en la Figura 30. En caso de que esta sea incorrecta se notifica por medio de otra ventana emergente.

### Figura 31

*Alertas emergentes para la creación de nuevas hojas de vida.*



- Fase 7: Entrega e implementación del sistema de gestión.

En esta etapa, se realizaron con éxito las instalaciones necesarias y configuraciones apropiadas para asegurar que el sistema de gestión pudiera ejecutarse eficazmente en el equipo de cómputo del personal encargado. Así como la organización de las carpetas con los documentos de mantenimiento, fotos de los equipos y registros sanitarios.

Para lograr esto, se realizó la instalación de LibreOffice Base 7.5.5 a través de su sitio web oficial, junto con Java JRE "Update 381" de forma satisfactoria, en la computadora de la coordinadora de la clínica. Esto permitió que el sistema se ejecutara sin problemas y se aprovechara las funcionalidades avanzadas de LibreOffice Base.

- Fase 8: Capacitación y entrega de la guía de uso al personal encargado.

Después de instalar el sistema de gestión, se proporcionó una capacitación a la coordinadora. Esta capacitación incluía temas como el acceso adecuado al sistema, la navegación en la información de cada equipo, apertura y cierre de documentos adjuntos, así como la entrada precisa de datos. El resultado de esta capacitación fue asegurar que el personal tenga las habilidades necesarias para utilizar el sistema de gestión de manera efectiva.

Se hizo entrega de una guía de uso previamente diseñada en formato digital, que describe el funcionamiento adecuado de cada sección del sistema de gestión. (Ver anexo 2) Estos recursos permiten comprender cómo ingresar información de manera correcta sin afectar los procesos existentes.

Para cumplir con el objetivo de evaluar la efectividad, la usabilidad y la accesibilidad del sistema de gestión, así como medir el grado de satisfacción y conformidad de la coordinadora con esta herramienta, se realizó una encuesta de satisfacción. A continuación, se presentan los resultados:

### Figura 32

*Resultados encuesta de satisfacción.*



Encuesta de satisfacción sistema de gestión para el manejo de la información de los equipos biomédicos de la UAN, Bogotá-Circunvalar.

Esta encuesta tiene como objetivo medir su nivel de satisfacción con el sistema de gestión diseñado en LibreOffice Base, proporcionado para administrar la información relacionada con los equipos biomédicos en la Clínica Odontológica de la UAN, ubicada en la sede Bogotá-Circunvalar.

Nombre y apellido  
1 respuesta

Claudia Angelica Pinzon Corrales

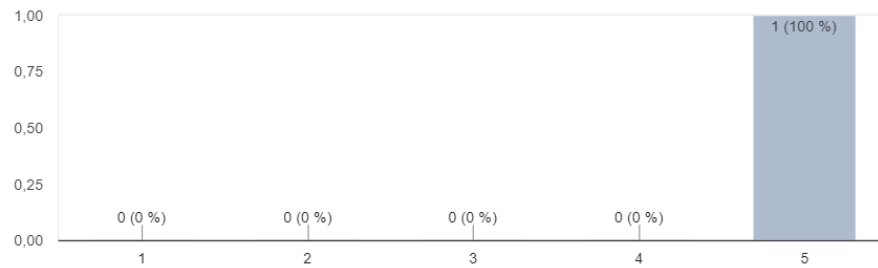
Cargo en la institución  
1 respuesta

Coordinacion de clinicas odontologicas sede Bogota

En una escala de 1 a 5, ¿Cómo evaluaría la capacidad del sistema de gestión diseñado en LibreOffice Base para gestionar eficazmente la información de los equipos biomédicos? (Siendo 1: Muy insatisfecho, 2: Insatisfecho, 3: Neutral, 4: Satisfecho, 5: Muy satisfecho ).

 Copiar

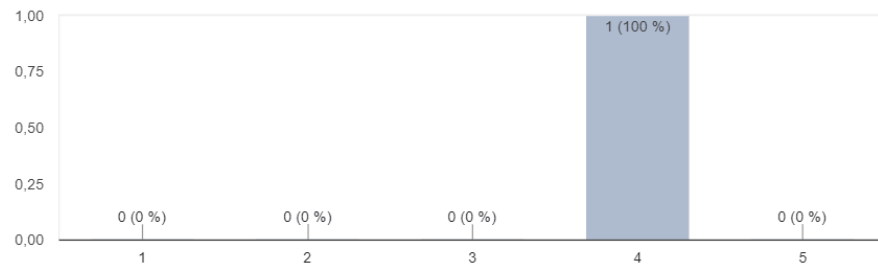
1 respuesta



En una escala del 1 al 5, ¿En qué medida considera que el sistema de gestión simplifica la administración y el seguimiento de los equipos biomédicos en la clínica odontológica? (Siendo 1: En ninguna medida, 2: En alguna medida, 3: En cierta medida, 4: En gran medida, 5: En total medida)

 Copiar

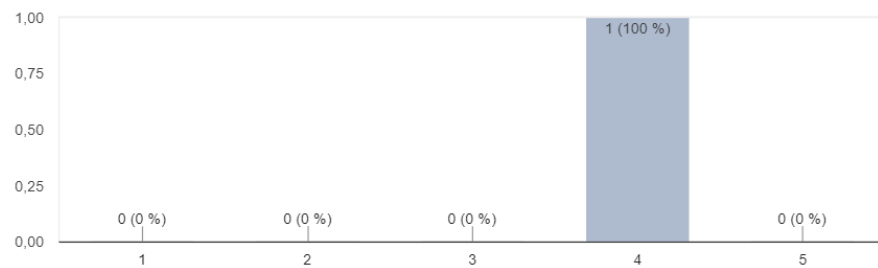
1 respuesta



En una escala del 1 al 5, ¿En qué medida considera que el sistema de gestión simplifica la administración y el seguimiento de los equipos biomédicos en la clínica odontológica? (Siendo 1: En ninguna medida, 2: En alguna medida, 3: En cierta medida, 4: En gran medida, 5: En total medida)

 Copiar

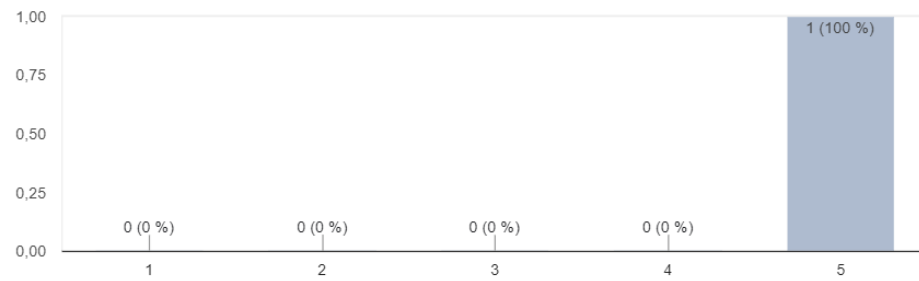
1 respuesta



En una escala del 1 al 5, ¿Qué puntuación le daría a la usabilidad del sistema de gestión en términos de su eficiencia y facilidad de uso? (Siendo 1: Muy difícil de usar y poco eficiente, 2: Difícil de usar y no muy eficiente, 3: Neutral (ni fácil ni difícil, ni eficiente ni ineficiente), 4: Fácil de usar y bastante eficiente, 5: Muy fácil de usar y altamente eficiente)

 Copiar

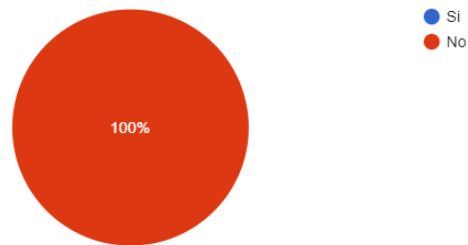
1 respuesta



¿Ha experimentado problemas técnicos graves o interrupciones al utilizar el sistema de gestión?

 Copiar

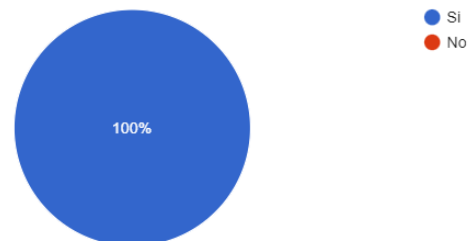
1 respuesta



¿Encuentra que la documentación proporcionada, incluida la guía de uso, es suficientemente detallada y útil para el manejo del sistema?

 Copiar

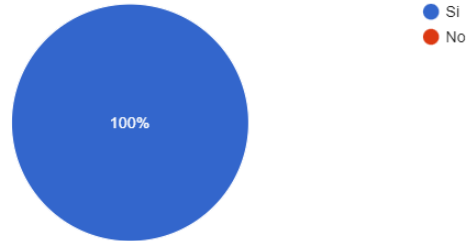
1 respuesta



¿Considera que la capacitación proporcionada para el uso del sistema de gestión ha sido efectiva para sus necesidades?

[Copiar](#)

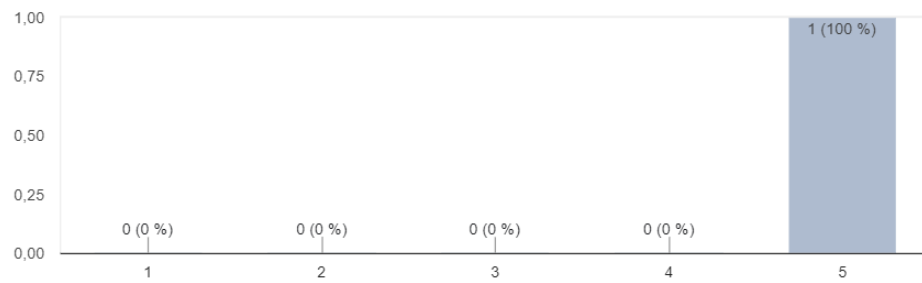
1 respuesta



En una escala del 1 al 5, ¿Cómo evaluaría la confiabilidad y la precisión de los datos almacenados en el sistema de gestión ?, (Siendo 1: Muy insatisfecho, 2: Insatisfecho, 3: Neutral, 4: Satisfecho, 5: Muy satisfecho).

[Copiar](#)

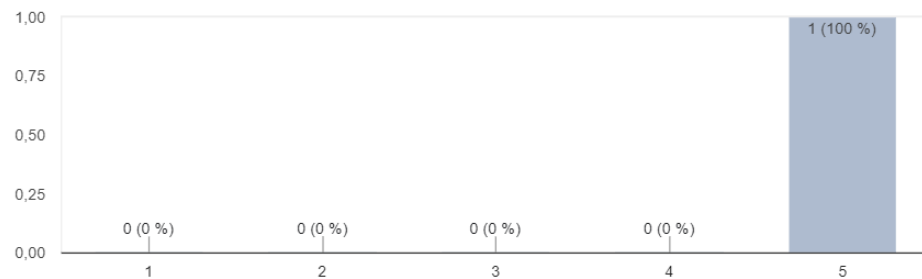
1 respuesta

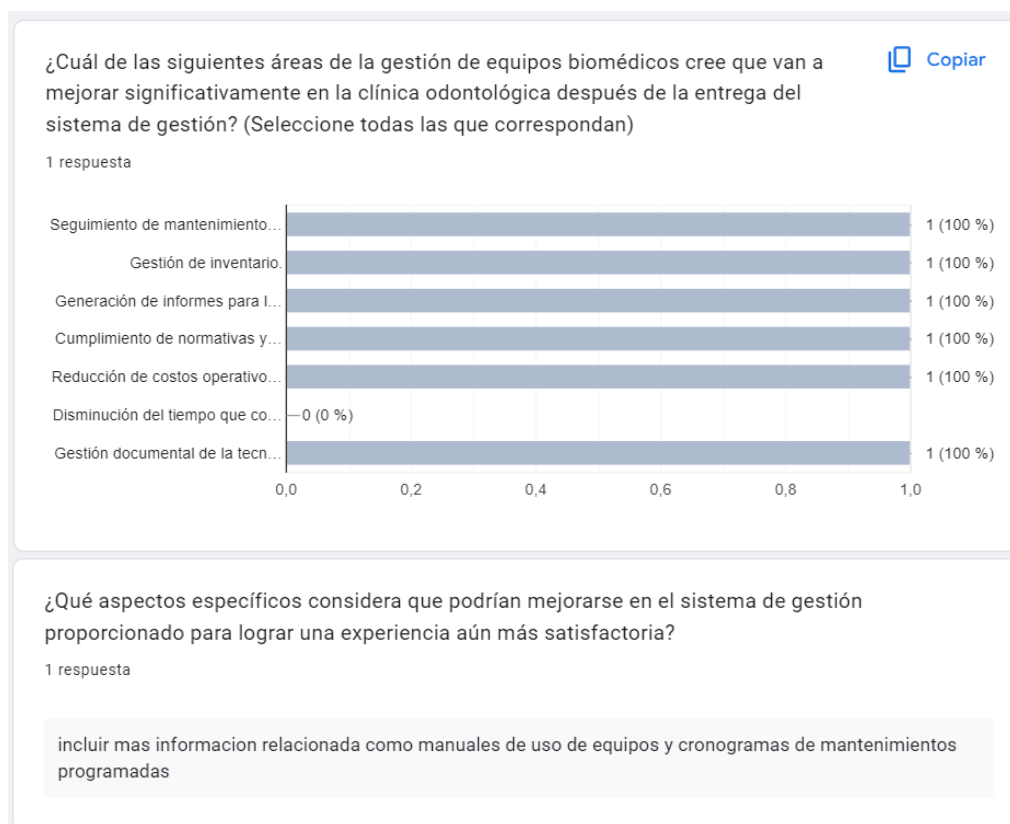


En una escala del 1 al 5, ¿Cómo calificaría el beneficio de la transición de documentos en formato físico a un sistema digital en cuanto a la rapidez de búsqueda y el impacto ambiental? (Siendo 1: No beneficia en absoluto, 2: Beneficio mínimo, 3: Beneficio moderado, 4: Beneficio significativo, 5: Beneficio muy significativo)

[Copiar](#)

1 respuesta





La encuesta de satisfacción dirigida al personal administrativo ha corroborado la aceptación y la eficacia del sistema de gestión que se ha implantado. Esta retroalimentación favorable denota que el proyecto ha logrado satisfacer las demandas y requerimientos de los usuarios de manera exitosa.

Como resultado final, se ha implementado un sistema de gestión integral que abarca 98 equipos biomédicos. En este sistema, se almacena en una base de datos toda la información requerida conforme a las normativas vigentes. Esto incluye las hojas de vida de los equipos, los reportes de mantenimiento, los registros sanitarios correspondientes y otros documentos relevantes. La implementación de este sistema ha aportado diversos beneficios, como una interfaz de usuario amigable, un elevado índice de eficiencia en términos de costos, dado que no ha generado gastos adicionales para la institución, y un impacto positivo en el medio ambiente al reducir el consumo de papel en la gestión de la información relacionada con la tecnología.



## 10. Conclusiones

El proyecto tuvo como propósito diseñar e implementar un sistema de gestión de base de datos que permitiera manejar eficientemente la información y controlar las hojas de vida de los equipos biomédicos en la Clínica Odontológica de la Universidad Antonio Nariño Sede Bogotá-Circunvalar. Durante este proceso, se lograron avances significativos:

En primer lugar, se comprendieron las necesidades documentales de la clínica en relación con la tecnología biomédica, lo que permitió identificar con precisión los requisitos funcionales del sistema de gestión. Esto garantizó que el sistema se adaptara efectivamente a las demandas reales de la institución.

Además, se implementó con éxito una base de datos, con un inventario completo en LibreOffice Base que facilita el almacenamiento, gestión, control y visualización ordenada de la información relacionada con los equipos biomédicos en la clínica, sin generar ningún costo económico para la institución. Esta iniciativa respalda los procesos tecnológicos y de documentación, esenciales para la prestación de servicios de salud, al asegurar la trazabilidad de la tecnología.

Posterior a la revisión documental, en la cual se detectaron falencias en las hojas de vida disponibles en formatos físicos de los equipos biomédicos de la clínica, se logró la actualización de estos documentos con datos verídicos y, en particular, con información esencial conforme a los requisitos establecidos por el estándar de dotación de la Resolución 3100 de 2019.

La interfaz de usuario, con acceso seguro mediante autenticación de credenciales, garantiza la integridad de los datos y simplifica la administración de las 98 hojas de vida de los equipos biomédicos y sus documentos adjuntos, como bitácoras de mantenimiento y registros sanitarios. Al mismo tiempo, cumple con las normativas de habilitación vigentes. Este enfoque simplifica las tareas del personal administrativo y mejora la calidad de la documentación, que se ha actualizado con datos precisos y confiables.

A pesar de la falta de facturas de compra y registros históricos que documenten las fechas de adquisición, instalación y puesta en marcha de los equipos biomédicos, lo cual dificultó considerablemente la obtención de datos fundamentales para evaluar el índice de obsolescencia, es importante destacar que, la implementación de esta herramienta en el sistema de gestión ofrece la posibilidad de realizar una evaluación objetiva del estado actual de los equipos en la clínica. Esta información resulta esencial para tomar decisiones bien fundamentadas sobre la renovación tecnológica, lo que, en última instancia, contribuye a un uso más eficiente de los recursos disponibles.

Finalmente, la encuesta de satisfacción aplicada al personal administrativo confirmó la aceptación y el buen funcionamiento del sistema de gestión implementado. Esta retroalimentación positiva indica que el proyecto ha satisfecho las necesidades de los usuarios.

Como resultado de lo anteriormente expuesto, este proyecto ha experimentado una notable mejora en la gestión de información en un contexto clínico. Además, ha contribuido al cumplimiento normativo, a la organización de grandes volúmenes de datos y a la eficiencia operativa de la institución en relación con la tecnología. Estos logros establecen las bases para una gestión más efectiva y sostenible de la documentación de los activos biomédicos.

## **11. Recomendaciones**

Dentro del marco de la normativa vigente, es fundamental resaltar que la obtención del registro sanitario es obligatoria en el proceso de adquisición de equipos biomédicos, en este caso para las clínicas odontológicas. Este registro garantiza el cumplimiento de las regulaciones de seguridad y calidad, además de certificar que la tecnología biomédica adquirida ha sido avalada para su uso en seres humanos por el Invima.

Además del registro sanitario, se debe velar por la obtención de documentación complementaria relevante, como la certificación de la DIAN, la cual certifica que el equipo ingresó de manera legal al país, la factura de compra, la carta de garantía, la carta de repuestos, la carta de vida útil, entre otros.

Estos documentos no solo aseguran el funcionamiento óptimo de los equipos, sino que enriquecen el sistema de gestión de la clínica al proporcionar una base sólida para el seguimiento y la evaluación de los mismos.

En la gestión de equipos biomédicos, resulta esencial la implementación de protocolos de mantenimiento individualizados. Estos protocolos deben ser establecidos por un profesional competente responsable de la administración de los mantenimientos en la clínica. Estos lineamientos se basan en regulaciones como el Decreto 4725 de 2005, que subraya la importancia de que el mantenimiento sea realizado por personal con la capacitación recomendada por el fabricante o avalada por el Invima, y la Resolución 3100 de 2019, que enfatiza la necesidad de seguir protocolos apropiados, ya sean proporcionados por el fabricante o desarrollados por el personal encargado de los mantenimientos con un respaldo técnico.

Cabe destacar que, es crucial mantener la periodicidad de mantenimiento establecida por el fabricante para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos a lo largo de su ciclo de vida útil.

Cada reporte de mantenimiento debe contar con una firma de recepción por parte de la clínica, lo que no solo evidencia la satisfacción con el servicio, sino que también promueve una comunicación efectiva entre el proveedor y el encargado de la gestión de los mantenimientos, fomentando la retroalimentación y la mejora continua.

Una vez que se han implementado estas recomendaciones y se ha garantizado la conformidad con la normativa, los protocolos de mantenimiento, disponibilidad de hojas de vida, y demás documentos, se tendrán los recursos necesarios para llevar un registro del índice de obsolescencia de los equipos biomédicos. Este registro constituye una herramienta administrativa de gran importancia, ya que facilita un diagnóstico de la tecnología biomédica de la clínica, permitiendo identificar el momento oportuno para su renovación cuando sea necesario.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Ministerio de Salud y Protección Social, Sistema Único de Habilitación, [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/Sistema-unicodehabilitacion.aspx#:~:text=%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B,t%C3%A9cnico%20administrativa%2C%20indispensables%20para%20la>
- [2] E. San Martín. (2018, Dic, 28). “Leer mientras proteges el planeta: ¿en papel o libro electrónico?”. (1st ed.). [En línea]. Disponible en: <https://www.consumer.es/medio-ambiente/leer-mientras-proteges-el-planeta-en-papel-o-libro-electronico.html>
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social, Entidades con Objeto Social Diferente, [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Lists/FAQ/DispForm.aspx?ID=1040&ContentTypeId=0x01003F0A1BD895162D4599DC199234219AC7#:~:text=Son%20instituciones%20cuyo%20objeto%20social,servicios%20de%20hospitalizaci%C3%B3n%20ni%20quir%C3%BArgicos>
- [4] V. Chávez, “Sistema de información para el control, seguimiento y mantenimiento del equipamiento hospitalario”, UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, Lima, Perú, 2010. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/44/chavez\\_vh.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/44/chavez_vh.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [5] A. González, M. Collazos, L.J. García, J.A. Ladino, A. Cano y S.A. González, “Análisis del estado actual de la Ingeniería Clínica en las instituciones hospitalarias de Cali”, Programa de Bioingeniería, Universidad Santiago de Cali, Colombia, 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a20.pdf>
- [6] J. Ortega, “Actualización de hojas de vida de los equipos en la corporación para investigaciones biológicas”, Tecnología en mantenimiento de equipos biomédicos”, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia, 2016. [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4360/Rep\\_Itm\\_pre\\_Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4360/Rep_Itm_pre_Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y) y [https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep\\_Itm\\_pre\\_Ortega.pdf](https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep_Itm_pre_Ortega.pdf)
- [7] L.V. Polo y J.C Eslava, “Diseño de formato digital para la base de datos de hojas de vida de equipos biomédicos en la fundación hogar santa Rita de Cascia” Informe de trabajo de grado para optar al título de Tecnología en Electromedicina, Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1319/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y> y [https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep\\_Itm\\_pre\\_Ortega.pdf](https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep_Itm_pre_Ortega.pdf)
- [8] C. A Balletta y J. A Cabellos, “Sistema de historias clínicas digital para enfrentar la inoportunidad de entrega de los informes de las pruebas de ayuda diagnóstica para la atención médica en el hospital central de la fuerza aérea del Perú y los establecimientos de salud del nivel II de la FAP”, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2020. Accedido: 23 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep\\_Itm\\_pre\\_Ortega.pdf](https://www.researchgate.net/publication/3126224360/figure/fig/1/AS:631651667011111/1516224360/Rep_Itm_pre_Ortega.pdf)

- [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18027/BALLETTANASTASI\\_CABELLOS%20G%20R%20RATE\\_SISTEMA\\_DE\\_HISTORIAS\\_CL%20%20NICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18027/BALLETTANASTASI_CABELLOS%20G%20R%20RATE_SISTEMA_DE_HISTORIAS_CL%20%20NICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [9] E. González, “Diseño De Una Aplicación Para El Seguimiento De Mantenimientos De Equipos Biomédicos Y Rápida Elaboración De Hojas De Vida Y Fichas Técnicas En Una Clínica De Alta Complejidad”, Universidad del Rosario, Práctica Empresarial, Bogotá, Colombia, 2020.», Accedido: 23 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/8c231c6d-ed8d-4890-9f55-5cd5eff94b4c/content>
- [10] D. G León y K. L Ceron, “Diseño e implementación de una herramienta software para evaluar el estado del índice de obsolescencia para los equipos biomédicos del Hospital Universitario San José de Popayán”, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia, 2021. Accedido: 23 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: [http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4595/3/2021\\_T.G.GabrielaLeon.pdf](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4595/3/2021_T.G.GabrielaLeon.pdf)
- [11] S.A. Avella, “Gestión de la documentación de equipos biomédicos para el adecuado manejo, inventario y planeación, en la IPS Cafam sede el bosque.” Informe de pasantías presentado para optar al título de grado de tecnología en electromedicina, Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, 2022 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2451/Gesti%C3%B3n%20de%20la%20documentaci%C3%B3n%20de%20equipos%20biom%C3%A9dicos%20para%20el%20adecuado%20manejo%20inventario%20y%20planeaci%C3%B3n%20en%20la%20IPS%20Cafam%20sede%20el%20Bosque.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Último acceso: Jul 2023].
- [12] J. D. Cruz, “Desarrollo de un software para la evaluación del estado de la vida útil de los equipos médicos en la E.S.E Hospital Universitario San Rafael de Tunja”, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2022. Accedido: 23 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/29170/5/CruzJuan\\_2022\\_SoftwareGestionMantenimiento.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/29170/5/CruzJuan_2022_SoftwareGestionMantenimiento.pdf)
- [13] Fractal Tech S.L, «Fractal», 2023. [En línea]. [https://www.fractal.com/es/comenzar-ahora-nueva?utm\\_feeditemid=&utm\\_device=c&adgroupid=131287863087&term=fractal&matchtype=b&network=g&device=c&content=556744010634&utm\\_term=fractal&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=14758638641&hsa\\_cam=14758638641&hsa\\_grp=131287863087&hsa\\_mt=b&hsa\\_src=g&hsa\\_ad=556744010634&hsa\\_acc=7756538983&hsa\\_net=adwords&hsa\\_kw=fractal&hsa\\_tgt=kwd-296141873974&hsa\\_ver=3&gad=1&gclid=CjwKCAjwloynBhBbEiwAGY25dAA6MSXZcIgzNngMMBRwsaRl0I6\\_JrSrR2yxadcVLy12c-RhdaFaahoC7g4QAvD\\_BwE](https://www.fractal.com/es/comenzar-ahora-nueva?utm_feeditemid=&utm_device=c&adgroupid=131287863087&term=fractal&matchtype=b&network=g&device=c&content=556744010634&utm_term=fractal&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=14758638641&hsa_cam=14758638641&hsa_grp=131287863087&hsa_mt=b&hsa_src=g&hsa_ad=556744010634&hsa_acc=7756538983&hsa_net=adwords&hsa_kw=fractal&hsa_tgt=kwd-296141873974&hsa_ver=3&gad=1&gclid=CjwKCAjwloynBhBbEiwAGY25dAA6MSXZcIgzNngMMBRwsaRl0I6_JrSrR2yxadcVLy12c-RhdaFaahoC7g4QAvD_BwE)
- [14] AM Administrador | WIN Software S.A.S.” [En línea]. Disponible en: <https://winsoftware.com.co/amadministrador/>
- [15] Cuidado de la salud | Soluciones para la industria del cuidado de la salud | SAP. [En línea]. Disponible en: <https://www.sap.com/latinamerica/industries/healthcare.html>
- [16] NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9001:2015, SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD. [En línea] Disponible en: <https://www.agencomex.com/pdf/ISO-9001-2015.pdf>
- [17] J.T. Arenas et al., “Ingeniería biomédica: nuevos desafíos para la ingeniería nacional” instituto de ingenieros de chile”, COMISIÓN DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA VIDA, 2020.» [En línea]. Disponible en: [https://cimt.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/10/Informe-Ingenieria\\_Biomedica-14-septiembre-DEFDEFDEF.pdf](https://cimt.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/10/Informe-Ingenieria_Biomedica-14-septiembre-DEFDEFDEF.pdf)

- [18] G. Gismondi, «Ingeniería biomédica», Universidad Católica Bolivariana, Revista número 24, pp. 99-118, mayo de 2010. [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rcc/n24/v11n24a07.pdf>
- [19] F. Romaní y L. Vilcahuamán, «Ingeniería clínica y su relación con la epidemiología», Rev. peruana de Epidemiología, vol. 14, no 1, pp. 1-11, 1 de abril de 2010. [En línea]. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/epidemiologia/v14\\_n1/pdf/a02v14n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/epidemiologia/v14_n1/pdf/a02v14n1.pdf)
- [20] Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, ABC de Dispositivos Médicos [En línea]. Disponible en: [https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc\\_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274](https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274)
- [21] E. M. López, “ANÁLISIS E INTERVENCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LA ADQUISICIÓN Y EL USO DE LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA EN LA CLÍNICA CES”, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia., 2022. Accedido: 3 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25981/1/LopezMauricio\\_2022\\_AnalisisRiesgosBiomedica.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25981/1/LopezMauricio_2022_AnalisisRiesgosBiomedica.pdf)
- [22] MANUAL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO BIOMÉDICO, Universidad Autónoma de Occidente Facultad de Ingeniería Grupo de investigación en Ingeniería Biomédica, GBIO.
- [23] E. M. López, “ANÁLISIS E INTERVENCIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LA ADQUISICIÓN Y EL USO DE LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA EN LA CLÍNICA CES”, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia., 2022. [En línea]. Disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25981/1/LopezMauricio\\_2022\\_AnalisisRiesgosBiomedica.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25981/1/LopezMauricio_2022_AnalisisRiesgosBiomedica.pdf)
- [24] Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 3100 de 2019. [En línea]. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf)
- [25] Y. D. Angulo, “Manual de gestión de la tecnología en la clínica universidad de la sabana, teniendo como referencia la resolución 3100 de 2019”, Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/59c8476f-6c79-41a1-b94c-8a0e1e8e8424/content>
- [26] Ministerio de la Protección Social, Decreto 4725 de 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-4725-de-2005.pdf>
- [27] Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 4816 de 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Tecnovigilancia/Resoluci%C3%B3n%204816%20de%202008.pdf>
- [28] Invima, Dispositivos médicos y equipos biomédicos. [En línea]. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/en/dispositivos-medicos-y-equipos-biomedicos>
- [29] Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 482 de 2018 [En línea]. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20482%20de%202018.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20482%20de%202018.pdf)

- [30] A. García, “Guía para diligenciar la propuesta de índice de obsolescencia de equipos biomédicos”, Contratista Dirección de Medicamentos y Tecnologías en Salud, Colombia, 2017.
- [31] A. B. González, “Tutorial de LibreOffice Base”, Escuela Politécnica Superior de Zamora - Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca. Feb 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/2665/1/202202TutorialLibreofficeBase.pdf>
- [32] C. M. Escofet, “El lenguaje SQL”, Universidad Abierta de Cataluña. [En línea]. Disponible en: <https://ns2.elhacker.net/descargas/manuales/Bases%20de%20Datos/03-M03-El%20lenguaje%20SQL.pdf>
- [33] NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9000:2015, SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD-FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO. [En línea] Disponible en: <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/5454330/14491339/d2.+NTC+ISO+9000-2015.pdf/ccb4b35c-ee63-44b5-ba1e-7459f8714031>
- [34] C. K Pastor, «The Role of Management Information System: Review on the Importance of Data and Implementation in Organizational Process», abr. 2020. [En línea]. Disponible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3558441](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3558441)
- [35] ZE Media, “The Role of Database Management System in Information Systems”, jun 26. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://blog.ze.com/the-zema-solution/the-role-of-database-management-system-in-information-systems/>
- [36] R. Hamilton, “The benefits of going digital”, nov. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.recyclingtoday.com/article/sdb1114-converting-paper-documents-digital/>
- [37] A. Stsepanets, “Modelo de cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo”, ene 17, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-de-cascada/>
- [38] Invima, COMISIÓN REVISORASALA ESPECIALIZADA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS Y PRODUCTOS VARIOS. [En línea] Disponible en: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/565565/ACTA+No+11+Noviembre+29+de+2012.pdf>
- [39] Soporte técnico de Microsoft, “HIPERVINCULO (función HIPERVINCULO)”. [En línea] Disponible en: <https://support.microsoft.com/es-es/office/hipervinculo-funci%C3%B3n-hipervinculo333c7ce6-c5ae-4164-9c47-7de9b76f577f> (consultado el 13 de abril de 2023)
- [40] M. Marqués, “Bases de datos”, Departament d’Enginyeria i Ciència dels Computadors, Universitat Jaume,201. [En línea]. Disponible en: <https://bdigital.uvhm.edu.mx/wp-content/uploads/2020/05/Bases-de-Datos.pdf>
- [41] OPS, WHO global model regulatory framework for medical devices including in vitro diagnostic medical devices, World Health Organization, 2017. [En línea]. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55979/789275325544\\_spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55979/789275325544_spa.pdf?isAllowed=y&sequence=1).
- [42] Fondo Editorial EIA, "Ingeniería Clínica: Un enfoque aplicado hacía el hospital digital," Congreso Internacional de Ingeniería Clínica, Un camino hacia el hospital del futuro, Universidad EIA, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/a4435a11-170d-4e2e-bf59-501f4c6c0804/content>.

- [43] L. Avella, J. M. Gómez, and J. M. García, "TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TICS) EN EL SECTOR SALUD," Trabajo de grado, Universidad Nacional, 2013. [Online]. Disponible en:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20543/laurayanethavellamartinez.2013.pdf>.
- [44] A. I. Stoumpos, "Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications," *Healthcare*, vol. 20, no. 4, Feb, 2023. [En línea]. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9963556/>
- [45] H.L. Gil, S. C. Murillas, "Actualización de los procesos de gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos en el hospital Francisco De Paula Santander," Pasantía institucional, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, 2018. [En línea]. Disponible en:  
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10123/T07786.pdf?isAllowed=y&sequence=82>.
- [46] Filehorse, Java JRE Update 381 (64 bit), Download page. [En línea] Disponible en:  
<https://www.filehorse.com/download-java-runtime-64/download/>
- [47] A.G. Canto, W.E. Sosa, J.B. Ortega, J.E. Castillo and A.S. Fernández, "Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social", *Revista de alta tecnología y sociedad*, Vol 12, No 1, 2020. [En línea]. Disponible en:  
<https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5ffe0063b15beb25b917bec1/1610481763900/06+CantodeGante+ATS+V12N1+38-45.pdf>



## Anexos

## Anexo I

## Inventario dotación biomédica de la clínica.

ID	NOMBRE EQUIPO	SERIAL	MARCA	MODELO	PLACA_UAN
0	"STURDY" ESTERILIZADOR A VAPOR A ALTA PRESIÓN-AUTOCLAVE	061106001-005	STURDY	SA-300H-F-A100	221790
1	AUTOCLAVE PARA USO ODONTOLÓGICO Y MEDICO - AUTOMAT	8000-0095A	AUTOMAT 8000	3000H-FA100	2174
2	AUTOCLAVE PARA USO ODONTOLÓGICO Y MEDICO - AUTOMAT	80000024	AUTOMAT 8000	AUTOMAT	PENDIENTE
3	BALANZAS PESA-PERSONAS Y PESA BEBES, NEONATALES HEALTH	1420078802	HEALTH O METER	142KL	PENDIENTE
4	RASPADOR DENTAL DE ULTRASONIDOS SCALEX800	18658	DENTAMERICA	SCALEX800	41175
5	RASPADOR DENTAL DE ULTRASONIDOS SCALEX800	18651	DENTAMERICA	SCALEX800	41172
6	RASPADOR DENTAL DE ULTRASONIDOS SCALEX800	18321	DENTAMERICA	SCALEX800	41174
7	COMPRESOR DE TORNILLO AIRHORSE	1221030283	AIRHORSE	AHD-30A	PENDIENTE
8	DIGITALIZADOR CS 7200 CARESTREAM DENTAL	JDCH088	CARESTREAM DENTAL	CS 7200	PENDIENTE
9	PERFECT TCS II TISSUE CONTOURING SYSTEM - SISTEMA DE COI	81671-08C	COLTENE	PERFECT TCS II	10759
10	SISTEMA DE RAYOS X PERIAPICAL (EQUIPO DE RAYOS X DENTAL)	2804TU0413	FIAD	EXPLOR-X	41143
11	SISTEMA DE RAYOS X PERIAPICAL (EQUIPO DE RAYOS X DENTAL)	2409TK6151	FIAD	EXPLOR-X	43615
12	FONENDOSCOPIO	FONE3	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
13	FONENDOSCOPIO	FONE1	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
14	FONENDOSCOPIO	FONE2	MARSHALL	NO APLICA	NO APLICA
15	INCUBADORA DE CONTROLES BIOLÓGICOS	IN-3417	STAR CLAVE	140IEZ101 / 01STA	PPE0036462
16	INCUBADORA PARA INDICADORES BIOLÓGICOS	8012269	EZ TEST	1401	NO APLICA
17	LÁMPARA DE FOTOCURADO / CURING LIGHT	L21A0138D	WOODPECKER	LED D	NO APLICA
18	LÁMPARA DE FOTOCURADO / CURING LIGHT	L21A0161D	WOODPECKER	LED D	NO APLICA
19	LÁMPARA DE FOTOCURADO / CURING LIGHT	L21A0155D	WOODPECKER	LED D	NO APLICA
20	LAMPARA DE FOTOCURADO LED - LAMPARA DE FOTOCURADO -	1804180345	DTM	DTM LED	NO APLICA
21	LAMPARA DE FOTOCURADO LED - LAMPARA DE FOTOCURADO -	1804180239	DTM	DTM LED	NO APLICA
22	LAMPARA DE FOTOCURADO LED - LAMPARA DE FOTOCURADO -	1804180247	DTM	DTM LED	NO APLICA
23	LAMPARA DE FOTOCURADO	14283	DEGULUX	DEGUSSA	33140
24	LAMPARA DE FOTOCURADO	14120	DEGULUX	DEGUSSA	10756
25	LAMPARA DE FOTOCURADO	12284	DEGULUX	DEGUSSA	33137
26	LAMPARA DE FOTOCURADO HALOGENA SUNLITE 1275	123672	SUNLITE	1275	41165
27	LAMPARA DE FOTOCURADO HALOGENA SUNLITE 1275	118224	SUNLITE	1275	10757
28	LOCALIZADOR DE APICE - NSK	5408506	NSK	IPEXII	50986
29	NEGATOSCOPIO	5369	MQ	NO APLICA	10755
30	NEGATOSCOPIO	8741	MQ	NO APLICA	10752
31	NEGATOSCOPIO	5368	MQ	NO APLICA	10749
32	NEGATOSCOPIO	5367	MQ	NO APLICA	10754
33	NEGATOSCOPIO	8742	MQ	NO APLICA	10750
34	NEGATOSCOPIO	5307	MQ	NO APLICA	10753
35	NEGATOSCOPIO	5305	MQ	NO APLICA	10747
36	NEGATOSCOPIO	5306	MQ	NO APLICA	10748
37	NEGATOSCOPIO	5366	MQ	NO APLICA	10751
38	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S2130677D5L	DTE	D5 LED	PPE0034961
39	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S2130695D5L	DTE	D5 LED	PPE0034963
40	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S2130249D5L	DTE	D5 LED	PPE0034964
41	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S2130396D5L	DTE	D5 LED	PPE0034962
42	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1800422D1	DBA	D1	NO APLICA
43	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1800483D1	DBA	D1	NO APLICA
44	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1800204D1	DBA	D1	NO APLICA
45	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1800409D1	DBA	D1	NO APLICA
46	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1560132KL	WOODPECKER	UDS-K LED	4755
47	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1800190D1	DBA	D1	NO APLICA
48	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S13A007KL	WOODPECKER	UDS-K LED	10764
49	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S1560015KL	WOODPECKER	UDS-K LED	4754
50	CAVITADOR ULTRASONICO / SCALER ULTRASONIC	S13A0024KL	WOODPECKER	UDS-K LED	10758
51	SUCCIONADOR ELECTRICO Y MANUAL DE SECRECIONES CON AC	153	PULMO-MED	7E-A	48692
52	TENSIOMETRO	754	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
53	UNIDAD ODONTOLÓGICA	164	GADDENTAL	NO APLICA	PENDIENTE
54	UNIDAD ODONTOLÓGICA	8699	FONA1000	FONA1000	41147
55	UNIDAD ODONTOLÓGICA	39	JJ	NO APLICA	3591
56	UNIDAD ODONTOLÓGICA	40	JJ	NO APLICA	3592
57	UNIDAD ODONTOLÓGICA	38	JJ	NO APLICA	3590
58	UNIDAD ODONTOLÓGICA	198	GADDENTAL	GAD DENTAL	41161
59	UNIDAD ODONTOLÓGICA	197	GADDENTAL	GAD DENTAL	41160
60	UNIDAD ODONTOLÓGICA	184	GADDENTAL	GAD DENTAL	41148
61	UNIDAD ODONTOLÓGICA	183	GADDENTAL	GAD DENTAL	41150
62	UNIDAD ODONTOLÓGICA	182	GADDENTAL	GAD DENTAL	41159
63	UNIDAD ODONTOLÓGICA	164	GADDENTAL	GAD DENTAL	41152
64	UNIDAD ODONTOLÓGICA	167	GADDENTAL	GAD DENTAL	41158
65	UNIDAD ODONTOLÓGICA	160	GADDENTAL	GAD DENTAL	41151

66	UNIDAD ODONTOLOGICA	163	GADDENTAL	GAD DENTAL	41157
67	UNIDAD ODONTOLOGICA	157	GADDENTAL	GAD DENTAL	41156
68	UNIDAD ODONTOLOGICA	158	GADDENTAL	GAD DENTAL	41153
69	UNIDAD ODONTOLOGICA	144	JJ	NO APLICA	4713
70	UNIDAD ODONTOLOGICA	143	JJ	NO APLICA	4712
71	UNIDAD ODONTOLOGICA	142	JJ	NO APLICA	4711
72	UNIDAD ODONTOLOGICA	141	JJ	NO APLICA	4710
73	UNIDAD ODONTOLOGICA	136	GADDENTAL	GAD DENTAL	41155
74	UNIDAD ODONTOLOGICA	140	JJ	NO APLICA	4709
75	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222560	ATD	ELITE PLUS	PPE0035132
76	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222591	ATD	ELITE PLUS	PPE0035131
77	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222549	ATD	ELITE PLUS	PPE0035138
78	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222550	ATD	ELITE PLUS	PPE0035135
79	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222547	ATD	ELITE PLUS	PPE0035136
80	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222548	ATD	ELITE PLUS	PPE0035130
81	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222545	ATD	ELITE PLUS	PPE0035134
82	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222546	ATD	ELITE PLUS	PPE0035137
83	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222463	ATD	ELITE PLUS	39880
84	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222544	ATD	ELITE PLUS	PPE0035129
85	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222459	ATD	ELITE PLUS	39882
86	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222460	ATD	ELITE PLUS	39881
87	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022061	SMART ATD	SMART	9792
88	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222443	ATD	ELITE PLUS	39883
89	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022058	ATD	SMART	9790
90	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022060	SMART ATD	SMART	9794
91	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022055	SMART ATD	SMART	9795
92	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022057	ATD	SMART	9796
93	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022035	SMART ATD	SMART	9787
94	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022054	ATD	SMART	9793
95	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022016	ATD	SMART	9788
96	UNIDAD ODONTOLOGICA	11022031	ATD	SMART	9789
97	UNIDAD ODONTOLOGICA	110222543	ATD	ELITE PLUS	PPE0035133

## Anexo 2

### Guía de uso del sistema de gestión.



**3**

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**AUTENTICACIÓN DE USUARIO**



**USUARIO**  
Coordinador

**CONTRASEÑA**  
COOR.\*\*\*\*\*

UNA VEZ DILIGENCIADAS LAS CREDENCIALES, HAGA CLIC EN EL BOTÓN "ACEPTAR".

SI HACE CLIC EN EL BOTÓN "CANCELAR" AUTOMÁTICAMENTE SE BORRAN LOS DATOS PARA VOLVERLOS A INGRESAR.

TENGA EN CUENTA QUE EXISTE OTRO USUARIO CON ACCESO DE SOLO LECTURA.

**USUARIO**  
Invitado

**CONTRASEÑA**  
clinicaUAN

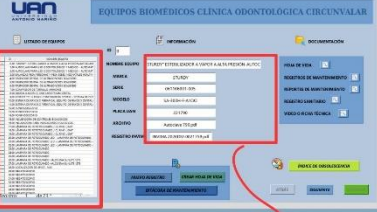
**4**

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

SI LAS CREDENCIALES SON CORRECTAS, SE DESPLEGARÁ LA INTERFAZ DE USUARIO QUE CONTIENE TODA LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA.

**SECCIÓN DE LISTADO E INFORMACIÓN**



**LISTADO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS REGISTRADOS EN LA BASE DE DATOS.**

DESPLACE EL CURSOR HASTA ENCONTRAR EL NOMBRE DEL EQUIPO REQUERIDO.

AL HACER CLIC EN CUALQUIER EQUIPO DE LA LISTA, EN ESTA SECCIÓN APARECE INFORMACIÓN RELEVANTE DEL MISMO.

**5**

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

**SECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN**



**HOJA DE VIDA**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN DE LUPA, SE MOSTRará UNA VENTANA EMERGENTE QUE SOLICITA EL ID DEL EQUIPO PARA EL CUAL DESEA LA HOJA DE VIDA EN FORMATO DE IMPRESIÓN.

RECUERDE QUE EL ID DE CADA EQUIPO CORRESPONDE AL NÚMERO QUE APARECE JUNTO AL NOMBRE EN EL LISTADO O EL QUE SE ENCUENTRA EN LA SECCIÓN DE INFORMACIÓN.



**6**

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

**SECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN**



**REGISTROS DE MANTENIMIENTO**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN DE LUPA, SE MOSTRará DOCUMENTOS ADJUNTOS, RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO EN EL ÚLTIMO AÑO.

SI NO EXISTEN ARCHIVOS DE MANTENIMIENTO, SE MOSTRará UNA VENTANA QUE INFORMA AL USUARIO DE LA AUSENCIA DE ARCHIVOS ADJUNTOS.



7

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

SECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN



8

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

SECCIÓN DE DOCUMENTACIÓN



**REPORTES DE MANTENIMIENTO**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN DE LUPA, SE MOSTRARÁ UNA VENTANA EMERGENTE QUE SOLICITA EL ID DEL EQUIPO PARA EL CUAL DESEA LA BITÁCORA DE MANTENIMIENTO EN FORMATO DE IMPRESIÓN.



**EJEMPLO**



**REGISTRO SANITARIO**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN DE LUPA, SE MOSTRARÁ EL REGISTRO SANITARIO DEL EQUIPO EN PDF.

**VIDEO O FICHA TÉCNICA**


AL HACER CLIC EN EL BOTÓN DE LUPA, SE MOSTRARÁN VIDEOS O FICHAS TÉCNICAS DISPONIBLES EN INTERNET, ACERCA DEL MANTENIMIENTO O ESPECIFICACIONES DE CADA EQUIPO.

9

**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

SECCIÓN DE NUEVOS REGISTROS



10


**UAN**  
UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO

**INTERFAZ DE USUARIO**

SECCIÓN DE NUEVOS REGISTROS

**CREAR HOJA DE VIDA**

SI LAS CREDENCIALES SON CORRECTAS, SE DESPLGARÁ EL FORMULARIO PARA CREAR LA HOJA DE VIDA PARA EL NUEVO EQUIPO. ALLÍ TAMBIÉN PODRÁ OBSERVAR EL CONSOLIDADO DE HOJAS DE VIDA

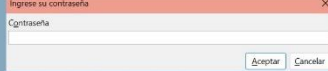


**NUEVO REGISTRO**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN "NUEVO REGISTRO", LA SECCIÓN DE INFORMACIÓN SE VACIARÁ PARA INGRESAR LOS DATOS DE UN NUEVO EQUIPO.


**CREAR HOJA DE VIDA**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN "CREAR HOJA DE VIDA", SE ABRIRÁ UNA VENTANA EMERGENTE PARA INGRESAR LAS CREDENCIALES DEL COORDINADOR, YA QUE SOLO ESTE USUARIO PUEDE REALIZAR ESTA ACTIVIDAD.



**BITÁCORA DE MANTENIMIENTO**

AL HACER CLIC EN EL BOTÓN "BITÁCORA DE MANTENIMIENTO", SE DESPLGARÁ EL FORMULARIO PARA INGRESAR DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO CADA VEZ QUE ESTE SE REALICE.



11



# INTERFAZ DE USUARIO

## SECCIÓN DE ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA



AL HACER CLIC EN EL BOTÓN "ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA", SE ABRIRÁ UN ARCHIVO .XLSX (EXCEL) QUE CONTIENE LA MATRIZ DEL ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA.



BOTONES DE NAVEGACIÓN ENTRE REGISTROS



12



SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
BOGOTÁ-CIRCUNVALAR