

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE ESCRITORIO PARA LA GESTIÓN
OPERATIVA DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS CRÍTICOS EN LAS SEDES DEL
HOSPITAL UNIVERSITARIO MAYOR DE MÉDERI**

Loren Viviana Villamil García

Práctica profesional

Tutor

**Msc. Pedro Antonio Aya
Ing. Nidia Patricia Cordoba**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2021**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por abrirme desde un inicio las puertas a este gran logro, por darme infinitas enseñanzas en el transcurso de este camino y por nunca soltarme de su mano. Gracias a Él por brindarme conocimientos, alegrías, amistades y aprendizajes. Todo es por gracia de Él, y a Él va dirigido todas mis metas y propósitos

A mis papás Elsa García y Jairo Villamil por el gran apoyo que me brindaron y el esfuerzo tan grande realizado en el transcurso de estos años para que yo alcanzara esta meta. Por cada palabra de aliento y abrazo en tiempos difíciles y por creer en mis capacidades desde siempre. A mi mamá por ser mi confidente, compañera y mejor amiga, la persona que por más dificultades que se presentaran, siempre sacó fortaleza para que yo pudiera cumplir mis metas.

Gracias a mi hermano Aníbal Villamil, por su ayuda en este camino. Por sacarme de dudas y por ayudarme cuando algo me hacía falta. Gracias por sacarme sonrisas en momentos en los que me encontraba frustrada y gracias por ser mi compañía cuando era necesario quedarme hasta tarde estudiando.

Gracias a mi compañero de vida Santiago por ser incondicional en cada paso que doy. Por brindarme su confianza y proporcionarme enseñanzas cada vez que encuentra la oportunidad. Por ser mi mejor amigo y mi roca.

Gracias a Pedro Antonio Aya Parra por ser una guía fundamental para la realización de este proyecto. Por cada sugerencia, corrección y aporte que me brindó para la elaboración de esta herramienta.

Gracias al Hospital Universitario Mayor de Méderi y al Hospital Universitario Barrios Unidos por darme la oportunidad de crecer tanto personal como profesionalmente. A cada uno de sus trabajadores y a mi equipo de trabajo por exigirme cada día para demostrar mi potencial. Gracias por cada enseñanza que me han dejado hasta el momento.

Finalmente, gracias a la Universidad del Rosario y a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por formarme profesionalmente y por los conocimientos brindados. Por cada uno de sus docentes y trabajadores de la institución que directa o indirectamente ayudan a estudiantes como yo, a cumplir sus propósitos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	12
2.1. General	12
2.2. Específicos.....	12
3. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Justificación.....	13
3.2. Fases del proyecto.....	16
4.2.1 Planeación.....	17
4.2.2 Análisis	17
4.2.3 Diseño	17
4.2.4 Producción y Desarrollo	19
4.2.5 Valoración.....	21
3.3. Software empleado para el desarrollo de la base de datos.....	22
4. RESULTADOS	23
4.1. Fichero realizado	23
4.2. Interfaz Desarrollada	25
4.2.1. Resultados para el rol de Personal de Mantenimiento:	26
4.2.2. Resultados para el rol de Personal Clínico:	31
4.3. Información de los Manuales de los Equipos Médicos	33
4.4. Valoración de la Interfaz	37
5. DISCUSIÓN	38
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	40
7. CONCLUSIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marca, Modelo y Cantidad de Monitores de Signos de la institución	14
Tabla 2. Marca, Modelo y Cantidad de Monitores Multiparámetros de la institución	14
Tabla 3. Marca, Modelo y Cantidad de Ventiladores de la institución	15
Tabla 4. Marca, Modelo y Cantidad de Maquinas de Anestesia de la institución.....	15
Tabla 5. Tipo de equipos críticos, total de marcas y modelos dentro de la institución	16
Tabla 6. Equipos que fueron agregados a la herramienta por medio de la interfaz realizada	34
Tabla 7. Aspectos generales de los equipos críticos encontrados en los respectivos manuales de servicio.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases para el desarrollo del proyecto.....	16
Figura 2. Información que contiene la interfaz de usuario para guardar y mostrar información.....	19
Figura 3. Estructura de la interfaz de usuario desarrollada para guardar y mostrar información.....	21
Figura 4. Valoración del funcionamiento de la interfaz	22
Figura 5. Fichero para reunir datos básicos del equipo médico.....	23
Figura 6. Fichero para reunir información para realizar el mantenimiento preventivo del equipo.....	23
Figura 7. Fichero para reunir información a fin de realizar la calibración del equipo	24
Figura 8. Sección para complementar la información del mantenimiento preventivo o calibración.....	24
Figura 9. Fichero para reunir información de las sugerencias que proporciona el proveedor para el personal clínico.....	25
Figura 10. Menú principal para el usuario	25
Figura 11. Menú de opciones para el personal de mantenimiento	26
Figura 12. Formulario por diligenciar para el personal de mantenimiento	27
Figura 13. Ventana desplegable para elegir el tipo de equipo.....	27
Figura 14. Formulario por diligenciar para el personal clínico	28
Figura 15. Ventana emergente para elegir el equipo al cual se le va a realizar una actividad programada.....	29
Figura 16. Ventana emergente con la información de un equipo seleccionado (Monitor de signos. Marca General Electric. Modelo PROCARE 300)	30
Figura 17. Ventana emergente para elegir el equipo al cual se desea retirar de la herramienta desarrollada.....	31
Figura 18. Ventana emergente para elegir el equipo para ver la información relevante que el personal clínico debe tener en cuenta	32
Figura 19. Ventana emergente con la información de un equipo para uso del personal de la salud. (Monitor de signos, marca General Electric, modelo PROCARE 300)	33

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Manual de usuario de la base de datos.....	43
Anexo 2. Equipos agregados a la herramienta desarrollada.	49

RESUMEN

Para las entidades prestadoras de salud, es indispensable el desarrollo de actividades programadas tales como son los mantenimientos preventivos y las calibraciones. Estas actividades, tienen como finalidad principal evitar adversidades al momento de hacer uso de la tecnología, pero también son de importancia realizarlas para que el tiempo de vida útil de los equipos no disminuya. Dentro de dichas actividades programadas, se evalúa el correcto funcionamiento del equipo biomédico y también se realizan cambios predictivos de algunos componentes del equipo los cuales pueden presentar fallas durante el uso de la tecnología en un futuro cercano. Así mismo, es de importancia incentivar el correcto uso de las tecnologías por parte del personal clínico para evitar fallos de la tecnología durante su uso y con esto evitar accidentes, para el paciente o para el personal que está manipulando el dispositivo.

En el Hospital Universitario Mayor de Méderi y el Hospital Universitario Barrios Unidos, la tecnología biomédica es considerada un eje fundamental para la atención de la salud, es por esto que el realizar las actividades programadas de forma oportuna, es de gran importancia para la institución. Por este motivo, se propone diseñar una herramienta de escritorio para realizar la gestión de las actividades programadas de los equipos comúnmente usados dentro de la institución teniendo en cuenta que esta era la necesidad que el departamento de ingeniería biomédica requería solucionar.

Esta herramienta se realizó por medio de software de Excel, más específicamente de la herramienta Visual Basic, la cual permitió realizar una interfaz de usuario dirigida al personal encargado de realizar el mantenimiento de las diferentes tecnologías de la institución y al personal de la salud que hace uso de estas mismas. La interfaz permite guardar y mostrar información de las actividades programadas, esta información es proveniente de los manuales de servicio para cada equipo biomédico.

El uso de la interfaz puede generar un impacto positivo para el personal de mantenimiento al momento de realizar las actividades programadas de los equipos médicos y para el personal de salud para un correcto uso de la tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

La creación de Méderi, inicia a partir de la unión de tres diferentes instituciones: La Caja de Compensación Familiar Compensar, el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios. Esta unión fue realizada por la Corporación Hospitalaria Juan Ciudad con el fin de crear un modelo de atención y de gestión en salud, centrado en el paciente y su familia. Desde el día 1 de mayo de 2008, y hasta el día de hoy, el Hospital Universitario Mayor (HUM), antigua Clínica San Pedro Claver y el Hospital Universitario de Barrios Unidos (HUBU), antigua Clínica Misael Pastrana, funcionan en red para la prestación de sus servicios [1] .

Méderi es una entidad sin ánimo de lucro conformada por hospitales universitarios de mediana y alta complejidad. Es catalogado como un hospital de nivel 4 el cual cuenta con servicios como: Atención cardiocirculatoria, endocrinología, dermatología, nutrición, gastroenterología, oncología, nefrología, reumatología, neumología, medicina interna, neurocirugía, cirugía general, ortopedia, ginecobstetricia, urgencias, entre otros [2].

Esta institución, por ser un Hospital Universitario, basa sus actividades en el rigor científico y en la producción del conocimiento. Su misión es transformar la sociedad generando bienestar y felicidad a través de la innovación, conocimiento y humanización en el sector salud con el fin de ser reconocida como una organización del conocimiento, líder en el sector salud buscando siempre mejorar la calidad de vida de las personas a partir de la atención integral. Su promesa es prestar servicios de salud con calidad, orientados a la aplicación de prácticas seguras con trato digno, que contribuyan al bienestar del paciente y su familia [3][4].

Con el objetivo de prestar servicios de calidad con prácticas seguras, se hace uso de tecnologías médicas las cuales forman una gran parte de la institución. Un dispositivo médico se define como cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico, entre otros, los cuales son utilizados solos o en combinación teniendo como destino el uso en seres humanos para realizar diagnósticos, prevención, supervisión o alivio de enfermedades. Un equipo biomédico es un dispositivo médico operacional y funcional, el cual contiene programas informáticos, sistemas hidráulicos, eléctricos y electrónicos [5].

Con el fin de preservar el buen manejo y sostenimiento de la tecnología dentro de la institución, se establece el departamento de Ingeniería biomédica del Hospital Universitario Mayor y del Hospital Universitario de Barrios Unidos, el cual está constituido por ingenieros y tecnólogos biomédicos, los cuales tiene diferentes labores dentro de la institución dentro de las cuales se encuentra:

- Adquisición de nuevas tecnologías médicas en beneficio de la institución[5].
- Realizar la recepción técnica de las nuevas tecnologías que obtiene la institución[5].
- Vigilar que los que hacen uso de los equipos y dispositivos médicos, los utilicen correctamente. Para asegurar esto, se realizan capacitaciones realizadas por los proveedores de las tecnologías y luego de esto, se realiza

una evaluación al personal que va a hacer uso de estos equipos con el fin de asegurar el conocimiento que se adquirió en la capacitación [5].

- Efectuar mantenimientos correctivos de las tecnologías que presentan fallos si es requerido [5].
- Realizar la gestión y ejecución de actividades programadas (mantenimiento y calibración de los equipos biomédicos) [5].

Entre otras labores. El *servicio de soporte técnico* reúne las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo, verificación de la calibración de los equipos biomédicos, entre otras cosas, esto con el fin de asegurar un buen funcionamiento de la tecnología médica [5].

El mantenimiento preventivo es realizado periódicamente para garantizar que un equipo biomédico tenga un funcionamiento correcto y se encuentra bien conservado. Esto con el objetivo de prolongar la vida útil del dispositivo y prevenir daños. Dentro del mantenimiento preventivo, se realiza una inspección para asegurar el buen funcionamiento del equipo médico, así como también tener certeza de que el equipo sea seguro de usar. La inspección puede realizarse de manera independiente o así mismo, puede ser incluida dentro del mantenimiento correctivo y/o calibración. El mantenimiento correctivo se define como el proceso para devolver la integridad, funcionamiento o seguridad de un equipo biomédico después de una avería o un daño. Mientras que, en una calibración de un equipo médico, se deben medir diferentes parámetros, en donde estos valores deben estar en determinado rango; si el valor medido no se encuentra dentro del rango estipulado para ese parámetro, es necesario realizar un reajuste hasta que el equipo funcione de acuerdo con las especificaciones del fabricante [6].

Cada uno de los procedimientos anteriormente mencionados (mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y calibración) puede conllevar a tareas adicionales como lubricación, limpieza, o reemplazo de piezas. Por lo general, el fabricante estipula el procedimiento e intervalo de tiempo en el que estas tareas deben ser ejecutadas ya que en su mayoría al transcurrir ese periodo de tiempo determinan, las piezas pueden empezar a presentar fallos; pero en algunos casos, es el usuario el que estipula el intervalo de estos procedimientos dependiendo de la necesidad; por ejemplo, cuando el usuario quiere tener la precaución de que el equipo funcione de manera correcta ya que se ha dado más uso del habitual, se adelantan las actividades de mantenimiento preventivo [6].

El departamento de Ingeniería Biomédica, es el encargado de tener previsto los recursos necesarios para garantizar que las tecnologías médicas que se encuentran dentro del hospital, estén en óptimas condiciones de funcionamiento, con el fin de que sean seguras para el uso humano [6]. Estos recursos incluyen:

- **Recursos financieros:** los cuales son necesarios ya que con estos se pueden obtener los recursos materiales y humanos. Al hablar de recursos financieros, se debe estimar diferentes factores tales como los costos al mantener una tecnología dentro del hospital lo cual incluye los costos de mantenimiento y el personal necesario para mantener esta tecnología funcionando [6].

- **Recursos materiales:** se tienen en cuenta aspectos como el lugar de trabajo, las herramientas y equipos de medición para realizar pruebas a las diferentes tecnologías, insumos, repuestos y manuales de uso y mantenimiento [6].
- **Recursos humanos:** son necesarios para ejecutar un mantenimiento efectivo. En este recurso, se encuentra el personal técnico, el cual está conformado por los ingenieros y tecnólogos. Los ingenieros biomédicos son los encargados de gestionar las tecnologías médicas, supervisar los proveedores externos, evaluar las necesidades y planificar las inversiones. Mientras que los tecnólogos biomédicos se enfocan principalmente en la reparación y mantenimiento de equipos médicos de baja, mediana o alta complejidad [6].

Según la resolución 3100 de 2019 vigente actualmente y dispuesta por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia desde el 25 de noviembre de 2019: La cual define los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicio de salud y de la habilitación de estos. Los estándares de habilitación se centran en las condiciones mínimas, indispensables y obligatorias para la prestación de servicios de salud que cumplan con controlar los riesgos asociados con la prestación de servicios en salud. Estos estándares deben ser efectivos y tienen que estar directamente relacionados con la seguridad de los usuarios implicando proteger la vida, preservar la salud y dignidad del paciente. Los estándares son un conjunto de elementos estructurales y metodologías basadas en tener evidencias científicamente probadas que proponen minimizar el riesgo de sufrir daños en el proceso de atención de la salud. Uno de estos estándares, hace referencia a la dotación que una institución prestadora de salud debe considerar [7]. Dentro de la dotación de las instituciones prestadoras de salud se encuentran las tecnologías médicas usadas para la valoración, diagnóstico y tratamiento de los usuarios de salud, por lo cual, según la resolución 3100 de 2010, se debe contar con estándares estrictos y efectivos del mantenimiento de la tecnología médica de la institución con el fin de ofrecer seguridad y bienestar a los usuarios para salvaguardar su salud.

El estándar de dotación para una entidad prestadora de salud, debe contar con el mantenimiento la tecnología con un correcto funcionamiento, que cumpla con su objetivo y que sea segura para la población usuaria de los servicios de hospitalización. La dotación de equipos biomédicos con la que debe contar una institución prestadora de salud tiene que ser la necesaria para la valoración y atención de los pacientes de acuerdo con el tipo de actividades desarrolladas [7].

En este trabajo se pretende realizar una herramienta funcional que pueda ser utilizada por el personal del departamento de ingeniería biomédica del Hospital Universitario Mayor (HUM) y el Hospital Universitario de Barrios Unidos (HUBU), la cual permita acceder a información completa de la periodicidad, el tipo de actividad programada a realizar (mantenimiento preventivo o calibración) por parte del personal de mantenimiento y del personal clínico; así como las herramientas necesarias para realizar dichas actividades y los materiales requeridos para ejecutar esto (kits o sets de mantenimiento). Esto con el fin de que los tecnólogos y el personal encargado del mantenimiento de equipos médicos, pueda tener una guía rápida y oportuna de las actividades a realizar y el material necesario para ejecutar estas actividades; así mismo, el objetivo es que esta herramienta puede llegar a ser implementada por parte de los ingenieros biomédicos para determinar y tener previsto

los planes de mantenimiento de las tecnologías médicas dentro del hospital en el transcurso de su vida útil.

2. OBJETIVOS

2.1. General

1. Desarrollar una herramienta en *Visual Basic* que ofrece el entorno de Microsoft Excel, la cual permita acceder a información relevante para la ejecución de actividades programadas de los equipos biomédicos con el fin de que sea usado como beneficio del Hospital Universitario Mayor (HUM) y el Hospital Universitario de Barrios Unidos (HUBU).

2.2. Específicos

1. Elaborar un fichero que indique datos específicos de las actividades programadas (mantenimientos preventivos y calibraciones) y las actividades o sugerencias a tener en cuenta por parte del personal clínico antes del uso del equipo biomédico. Las actividades programadas y recomendaciones al personal, se deben describir según las recomendaciones que proporciona el fabricante.
2. Realizar una interfaz de usuario en Visual Basic la cuál tenga la capacidad de almacenar la información requerida por los usuarios y muestre dicha información.
3. Extraer información relevante de los manuales respectivos de cada equipo biomédico a trabajar, teniendo en cuenta su marca o modelo.
4. Realizar pruebas de la interfaz desarrollada verificando que la herramienta incluya el almacenamiento de la información, mostrar datos y eliminar información que ya no es requerida.

3. METODOLOGÍA

3.1. Justificación

En el transcurso del año, el departamento de ingeniería biomédica de la institución Méderi, se encuentra en el deber de ejecutar los eventos programados (mantenimiento preventivo y calibraciones) de las diferentes tecnologías existentes dentro de la institución.

Para la elaboración de este tipo de mantenimientos preventivos y calibraciones, el proveedor de la tecnología proporciona un “manual de servidor” o también denominado “manual de servicio” el cual especifica detalladamente el procedimiento e implementación necesaria para realizar cada actividad. El manual de servicio o de servidor es de gran utilidad para el personal dedicado al mantenimiento de equipos biomédicos dentro de la institución ya que, gracias a esto se puede realizar un mantenimiento y una calibración de calidad; la calibración de calidad debe cumplir con que el parámetro medido se encuentre en el rango de valor correcto con el fin de evitar diagnósticos erróneos a los usuarios de salud y con esto aportar a brindar un servicio de calidad.

Además, es de importancia dar una capacitación básica al personal clínico asistencial acerca de las precauciones que se deben tener con la tecnología, previniendo en un futuro eventos adversos que puedan llegar a afectar al personal clínico que constantemente se encuentra en uso de esta tecnología y así mismo, en protección del paciente el cual depende del buen funcionamiento de dicho dispositivo o equipo médico.

Dentro de la institución, existe variedad de tecnologías médicas. Algunas de ellas se encuentran descritas de la Tabla 1 a 4, las cuales a su vez tienen diferentes marcas y modelos. Los siguientes equipos, serán la base de información para crear la interfaz de usuario requerida por el equipo de mantenimiento biomédico de la institución:

- Monitores de Signos Vitales
- Monitores Multiparámetros
- Máquinas de Ventilación
- Máquinas de Anestesia

Cada proveedor de tecnología, provee recomendaciones sobre el procedimiento que se debe seguir al realizar las actividades programadas de estos equipos. Estas recomendaciones pueden variar dependiendo del tipo de tecnología, la marca y el modelo. Es posible que, al momento de no seguir las recomendaciones que proporciona el proveedor, la tecnología falle o no tenga un funcionamiento adecuado, afectando con esto no solamente al paciente, sino el trabajo que debe realizar el personal clínico de la institución.

Tabla 1*Marca, Modelo y Cantidad de Monitores de Signos de la institución*

MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	65
CRITIKON	1
8100	1
GENERAL ELECTRIC	57
CARESCAPE V100	39
PROCARE 300	18
PHILIPS	1
Vsi	1
WELCH ALLYN	6
SPOT 45 NTO-S1	6

Tabla 2*Marca, Modelo y Cantidad de Monitores Multiparámetros de la institución*

MONITOR MULTIPARAMETROS	308
CRITICARE	2
N-COMPAS	2
DRAEGER	89
DELTA XL	37
INFINITY DELTA XL	6
INFINITY VISTA	3
INFINITY VISTA XL	42
VISTA 120	1
EDAN	1
M8B	1
GENERAL ELECTRIC	50
B125	21
B20	2
B40	1
B40 V2	2
B650	1
DASH 2000	15
DASH 2500	2
DASH 3000	1
PRO1000	5
MINDRAY	29
IMEC12	15
MEC-1200	9
IMEC8	5

NIHON KOHDEN	117
BSM-6301	1
CSM-1502	22
LIFE SCOPE BSM-3562K	31
VISMO PVM 2701	63
PHILIPS	10
EFFICIA CM120	10
SPACELABS	10
ELANCE 3300	10

Tabla 3
Marca, Modelo y Cantidad de Ventiladores de la institución

COVIDIEN	22
PB980	22
DRAEGER	86
BABYLOG VN500	3
BABYLONG 8000	1
EVITA 300	4
EVITA V300	11
EVITA XL	4
OXYLOG 2000 PLUS	4
SAVINA	2
SAVINA 300	57
GENERAL ELECTRIC	10
CARESCAPE R860	10
NELLCOR PURITAN BENNETT	8
840	8
PHILIPS	10
V60 PLUS	10
SLE	1
SLE 5000 GR	1
ZOLL	3
AEV 731	3

Tabla 4
Marca, Modelo y Cantidad de Maquinas de Anestesia de la institución

MAQUINA DE ANESTESIA	24
DATEX OHMEDA	14
AESPIRE 7100	2
AESPIRE VIEW	10

AESTIVA/5	1
AVANCE CS2	1
DRAEGER	10
FABIUS	2
NARKOMED GS	1
PRIMUS	7

Tabla 5

Tipo de equipos críticos, total de marcas y modelos dentro de la institución

Tipo de equipo	Número de Marcas Diferentes	Total de Modelos
Monitor de Signos	4	5
Monitor Multiparámetros	8	25
Máquina de Ventilación	7	14
Máquina de Anestesia	2	7

En búsqueda del mejoramiento continuo de la institución, se propone realizar una herramienta de apoyo para el departamento de ingeniería biomédica a cargo de los mantenimientos preventivos y la calibración de equipos biomédicos, así mismo, plantea realizar una guía para el personal clínico asistencial de la institución. La herramienta debe cumplir con brindar información verídica acerca de los procedimientos que son necesarios para un correcto funcionamiento de la tecnología.

El propósito de esta herramienta no es únicamente proporcionar información importante que sugiere el proveedor para el buen manejo de la tecnología por parte del personal de ingeniería y el personal clínico, sino que también pueda ser una interfaz de usuario que el departamento de ingeniería pueda utilizar para agregar la tecnología nueva que adquiera la institución e indicar todos los campos necesarios para realizar las actividades programadas de estas tecnologías. También se pretende realizar una opción para que se pueda eliminar la información que ya no es relevante dentro de la institución.

3.2. Fases del proyecto

La elaboración del proyecto se divide en 4 diferentes fases mostradas en la figura 1, las cuales tienen como objetivo la creación de la herramienta sugerida por el departamento de ingeniería biomédica para el apoyo a las actividades programadas de equipos médicos dentro de la institución.

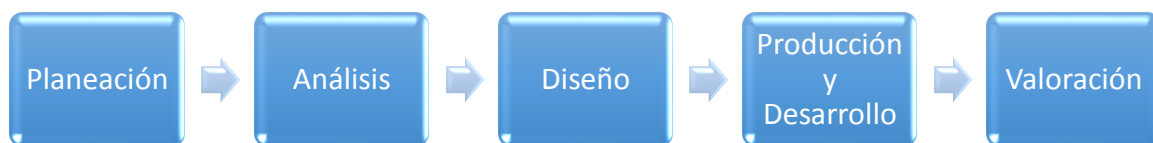


Figura 1. Fases para el desarrollo del proyecto

4.2.1 Planeación

Se indagan las necesidades de la institución, más específicamente del equipo de trabajo de ingeniería biomédica con el fin de obtener la información básica de la problemática a resolver durante el semestre y se comienza a planear la forma de interceder para mejorar este aspecto dentro de la institución [8].

En este punto, luego de dialogar con las personas que conforman el equipo de ingeniería biomédica (Ingenieros y tecnólogos), se llega a la conclusión de que equipo de trabajo requiere tener una herramienta en Microsoft Excel fácil de consultar con datos y recomendaciones del proveedor acerca de las actividades programadas para el pertinente cuidado de la tecnología. Esta información debe ser concisa. Además, el equipo requiere que esta herramienta tenga en cuenta en un inicio la tecnología considerada como “crítica” dentro de la institución. Se considera como tecnología crítica, los equipos que son de uso común dentro de la corporación y que pueden estar en áreas tales como UCI y salas de cirugía. En la Tabla 5 se resumen los equipos considerados como “Críticos” dentro de la institución.

4.2.2 Análisis

Se realiza una revisión de la información recolectada en la fase de planeación del proyecto. Con esto, se analiza la mejor forma de abordar la problemática para dar respuesta a la necesidad [8].

En este punto, se delimita la información, se examina la información importante que el equipo requiere para realizar las actividades de mantenimiento preventivo y calibración de equipos médicos, y se llega a la conclusión de realizar una interfaz de usuario que contenga la información que requiere el equipo de trabajo para realizar las actividades programadas de los equipos críticos dentro de la institución. Así mismo, se decide incluir información que pueda ser de ayuda para el personal de la salud al momento de hacer uso del equipo y que este no falle al momento de ser utilizado.

4.2.3 Diseño

En esta fase, se tiene en cuenta las necesidades de la institución, la información recolectada y compilada en las fases anteriores con el fin de empezar a realizar el diseño de la herramienta. Se determina la información que debe contener la interfaz a desarrollar tanto para el personal de mantenimiento, como para el personal clínico asistencial del hospital y se realiza un bosquejo de los formatos que se van a mostrar en la interfaz [8].

Se determina en este punto que no es necesaria información específica de cada uno de los equipos dentro de la institución tal como: el serial de cada equipo, su ubicación dentro de la institución o datos específicos de su calibración, ya que la interfaz de usuario a desarrollar se basa en proporcionar información general de las actividades programadas con el fin de que esta información sea de uso continuo por parte del personal de mantenimiento y clínico de la institución. También se debe tener en cuenta que la ubicación de algunos dispositivos dentro de la institución, se encuentra variando frecuentemente. Además, se considera que la información que va a disponer la interfaz, será rigurosamente

obtenida de los manuales de servicio que dispone el proveedor de la tecnología, esto con el fin de obtener datos muy concisos y de fácil acceso para el personal de mantenimiento y clínico.

Los datos que va a contener la interfaz, se dividen en cuatro diferentes secciones, y esto a su vez se divide en la información específica a recolectar de cada equipo. La siguiente información se identifica como el fichero a efectuar en el programa sugerido:

1) Datos básicos del equipo

- ✓ Tipo de equipo: En donde se determina si el equipo es un monitor de signos vitales básico, un monitor multiparámetros, un ventilador o una máquina de anestesia
- ✓ Marca
- ✓ Modelo

2) Información de interés para realizar el mantenimiento preventivo

- ✓ ¿Cada cuánto se realiza la actividad?
- ✓ Los elementos que se recomiendan usar para realizar la actividad
- ✓ ¿Cuáles parámetros se evalúan durante la actividad?
- ✓ Aspectos para tener en cuenta al realizar la prueba de parámetros
- ✓ ¿Se requiere kit de mantenimiento?: Esto ya que algunos proveedores recomiendan reemplazar o sustituir ciertas piezas del equipo por seguridad y oportuno funcionamiento de la tecnología, ya sea por desgaste de estos elementos o por prevención de eventos adversos.

3) Información de interés para realizar la calibración de parámetros del equipo

- ✓ ¿Cada cuánto se realiza la actividad?
- ✓ Los elementos que se recomiendan usar para realizar la actividad
- ✓ ¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la actividad?

4) Imagen de referencia (Esto es opcional): En este apartado, se puede adicionar una imagen de referencia que pueda ser útil para el personal de mantenimiento ya que, en algunas ocasiones, el manual indica ilustrativamente el esquema de medición de parámetros o calibración de estos

- ✓ Selección de imagen e ilustración
- ✓ Descripción de la imagen (a que actividad corresponde)

5) Información y/o recomendaciones para el personal clínico

- ✓ ¿Cada cuánto se realiza la actividad?
- ✓ Explicación del procedimiento o las recomendaciones que da el proveedor para el correcto uso de la tecnología

4.2.4 Producción y Desarrollo

Esta fase es la más extensa ya que se debe tener en cuenta todas las fases anteriores con el fin de tener el producto para que la institución obtenga una solución a las necesidades planteadas en un inicio [8].

Para el desarrollo de la interfaz se optó por hacer uso del software de Excel por sugerencia del departamento de ingeniería biomédica, ya que este es de común manejo de los integrantes del equipo y además tuvo en cuenta que la institución maneja estrictos protocolos de seguridad cibernética, por lo que, si se desarrollaba la interfaz de usuario en otro software, era necesario capacitar no únicamente al departamento de ingeniería biomédica de la institución, sino al personal de la salud sobre el uso del software. Así mismo, causaría dificultad el instalar y ejecutar otro tipo de programas dentro de la institución.

De igual manera, dentro de las necesidades especificadas en un inicio, se encontraba la creación de una herramienta que pueda ser usada por el personal de mantenimiento de la institución como guía de las actividades programadas a ejecutar según lo sugerido por el proveedor de la tecnología (mantenimientos preventivos y calibraciones) al igual que información concreta de los kits de mantenimiento requeridos para la tecnología en cierto lapso de tiempo. Así mismo, se requiere una guía para el personal clínico asistencia para ejecutar un manejo adecuado de la tecnología antes de la implementación de este en un paciente o simplemente para no disminuir el tiempo de vida útil del equipo biomédico. Debido a esto, se realizó el fichero explicado con anterioridad.

Por otro lado, se realiza la interfaz de usuario la cual guarde y muestre la información de los equipos evidenciados en la Tabla 1 a la Tabla 4. Para esto, se debe disponer de los manuales de servicio y posteriormente, recolectar la información delimitada en el fichero.

DATOS BÁSICOS DEL EQUIPO	INFORMACIÓN PARA REALIZAR MANTENIMIENTO O PREVENTIVO	INFORMACIÓN PARA REALIZAR CALIBRACIÓN	RECOMENDACIONES PARA EL PERSONAL CLÍNICO
<ul style="list-style-type: none">• Tipo de equipo• Marca• Modelo	<ul style="list-style-type: none">• Periodicidad de la actividad• Elementos necesarios• Parámetros que se evalúan• Aspectos a tener en cuenta en la prueba de parámetros• Kits de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Periodicidad de la actividad• Elementos necesarios• Parámetros que se ajustan	<ul style="list-style-type: none">• Periodicidad de la actividad• Explicación del procedimiento o las recomendaciones que da el proveedor para el correcto uso de la tecnología

Figura 2. Información que contiene la interfaz de usuario para guardar y mostrar información.

También, el departamento hizo sugerencia de poner información de prueba tales como imágenes con el fin de asegurar un completo entendimiento de la información evidenciada en el formato de la base de datos.

Posterior a esto, se comienza la elaboración del código para el desarrollo de la interfaz en Visual Basic.

La interfaz realizada, muestra en un inicio la opción de elegir el rol de la persona dentro de la institución: Personal de mantenimiento o Personal clínico.

- 1) Dentro del rol de personal de mantenimiento, se muestran 3 opciones las cuales son:
 - Ver equipo biomédico: En donde el personal tiene la opción de elegir el tipo de tecnología, el modelo y la marca con el fin de ver toda la información general para realizar el mantenimiento preventivo o calibración (según se requiera) del equipo biomédico. La información conlleva: Información general de la actividad a ejecutar, elementos necesarios para ejecutar la actividad, los aspectos o parámetros a evaluar, y los kits de mantenimiento (si se requiere y si se especifica en el manual).
 - Agregar equipo: En donde el personal de mantenimiento tiene la opción de diligenciar un formulario completo con la información anteriormente descrita en la fase de Diseño con el fichero realizado.
 - Eliminar equipo: En donde se da la opción de borrar la información que ya no es necesaria dentro de la institución.

- 2) Dentro del rol de personal clínico, se muestra una única opción la cual es ver el procedimiento a realizar a fin de ejecutar una evaluación básica del equipo médico para verificar que se encuentre funcionando óptimamente, o las recomendaciones que se le dan al personal para mantener la tecnología en óptimas condiciones de funcionamiento.

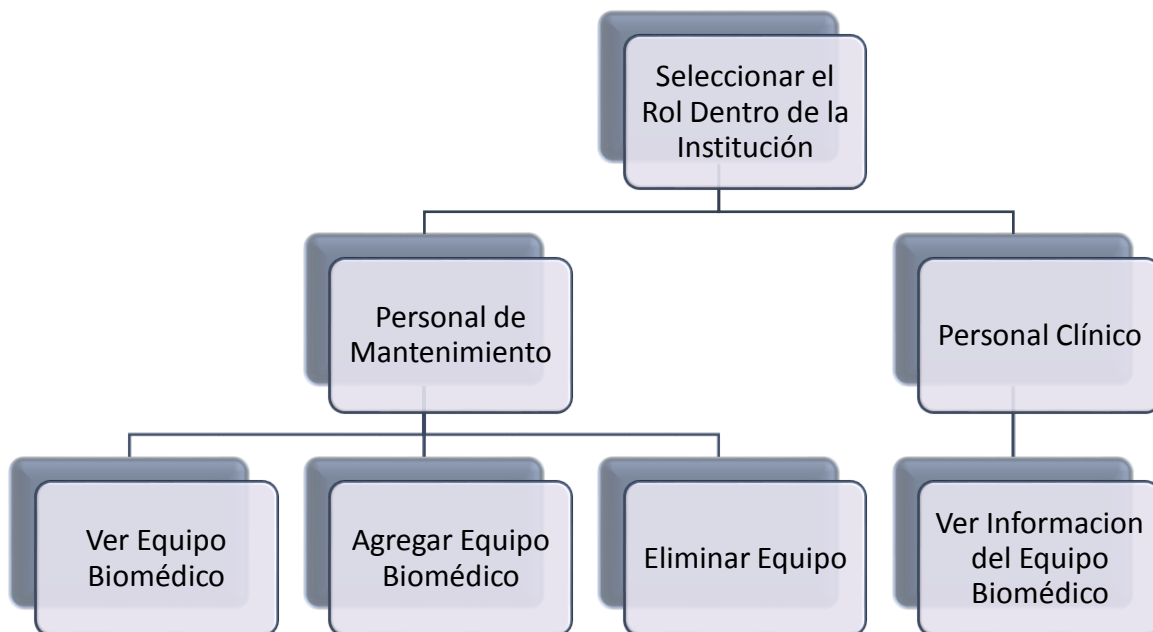


Figura 3. Estructura de la interfaz de usuario desarrollada para guardar y mostrar información

Posterior al desarrollo de la interfaz, se crea la base de datos que se ejecutará al iniciar el programa. Esta base de datos se fundamenta en los datos contenidos en las Tablas 1 a la Tabla 4 y de igual manera, para llenar la base de datos se condensa la información contenida en el manual del servidor, adecuándola a una fácil lectura para el usuario en el formulario creado para diligenciar estos datos. Con esto se logra que cada vez que el usuario requiera ver los datos concisos de una actividad, lo consiga sin mayor inconveniente.

4.2.5 Valoración

Finalmente, para probar el correcto funcionamiento de la interfaz fue necesario realizar diferentes pruebas tanto del almacenamiento de la información, como el mostrar o eliminar esta misma para que el usuario correspondiente, pueda obtener los resultados esperados haciendo uso de la interfaz de usuario.

Si por el contrario, el funcionamiento de la interfaz no es el esperado, se vuelve a la fase de “producción y desarrollo” para implementar el código adecuado para la interfaz. En el caso de que los resultados sean los esperados, se da por concluido el proyecto.

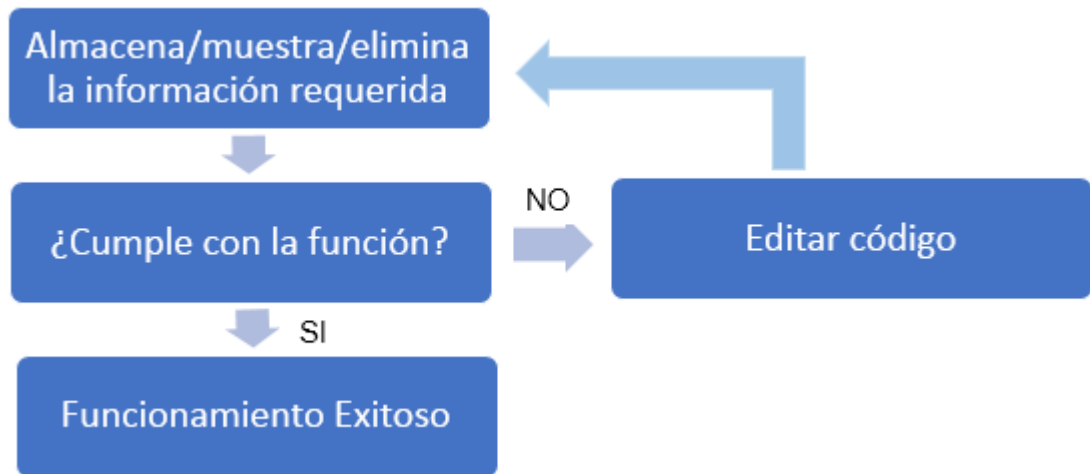


Figura 4. Valoración del funcionamiento de la interfaz


3.3. Software empleado para el desarrollo de la base de datos

De acuerdo con la necesidad evidenciada por el departamento de ingeniería biomédica desde un inicio, se requería hacer uso del software Excel ya que este programa es de habitual uso por parte del departamento de ingeniería biomédica de la institución, además que, según las políticas de seguridad de la institución, no es permitido instalar aplicaciones externas. Debido a esto, se decide hacer uso del software Excel para el desarrollo de la base de datos, más específicamente la herramienta de Visual Basic ya que esta permite realizar interfaces de usuario, lo cual es lo más conveniente para resolver la necesidad del departamento de ingeniería biomédica.

4. RESULTADOS

4.1. Fichero realizado

Al realizar el fichero, el objetivo es reunir la información considerada como importante para realizar las actividades programadas por parte del personal de mantenimiento y dar a conocer las sugerencias que propone el proveedor para el personal clínico. A continuación, se muestran las secciones realizadas en la interfaz de usuario desarrollada, conforme a la información contenida en fichero efectuado en la fase de diseño del proyecto.



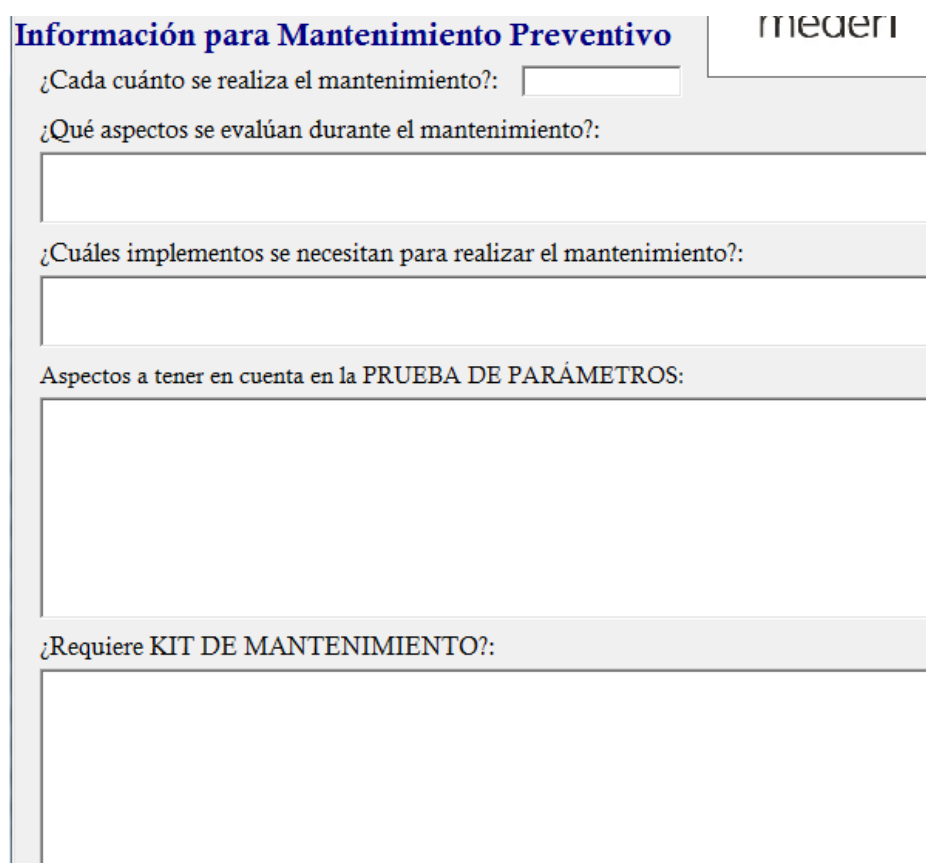
Agregar Equipo Biomédico

Tipo de equipo:

Marca:

Modelo:

Figura 5. Fichero para reunir datos básicos del equipo médico



Información para Mantenimiento Preventivo

¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?:

¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:

Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:

¿Requiere KIT DE MANTENIMIENTO?:

Figura 6. Fichero para reunir información para realizar el mantenimiento preventivo del equipo

Información para Calibración

¿Cada cuánto se realiza la calibración?:

¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:

RECUERDE QUE: Para obtener mas información acerca de estos procedimientos (Mantenimiento preventivo o calibración) puede encontrar esta información detallada en el manual del equipo

Figura 7. Fichero para reunir información a fin de realizar la calibración del equipo

Imagen de referencia

¿Desea agregar una imagen de referencia? Si No

Descripción de la imagen:

Figura 8. Sección para complementar la información del mantenimiento preventivo o calibración

Información para el Personal

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:

Procedimiento:


méderi

Figura 9. Fichero para reunir información de las sugerencias que proporciona el proveedor para el personal clínico.

4.2. Interfaz Desarrollada

En un inicio, la interfaz gráfica muestra el menú principal en donde le da la opción al usuario de elegir su rol dentro de la institución. Según se muestra en la Figura 10 se encuentra los roles sugeridos: Personal de Mantenimiento o Personal Clínico.

Méderi

Mantenimiento Programado de Equipos Biomédicos



méderi
Hospitalidad y Ciencia

Elija su rol dentro de la institución:

Figura 10. Menú principal para el usuario

4.2.1. Resultados para el rol de Personal de Mantenimiento:

Al momento de ingresar como “Personal de mantenimiento”, se observará otro menú de opciones para elegir la que más convenga: Si el usuario requiere ver las especificaciones para el mantenimiento de cierto equipo, debe elegir la opción de “Ver Equipos”. Por el contrario, si lo que se requiere es almacenar información de un nuevo equipo médico, es necesario elegir la opción de “Agregar Equipo”. Y finalmente si el usuario desea eliminar un equipo ya existente dentro de la interfaz de usuario, debe elegir la opción de “Eliminar Equipo”. Este menú de opciones, se puede observar en la Figura 11.

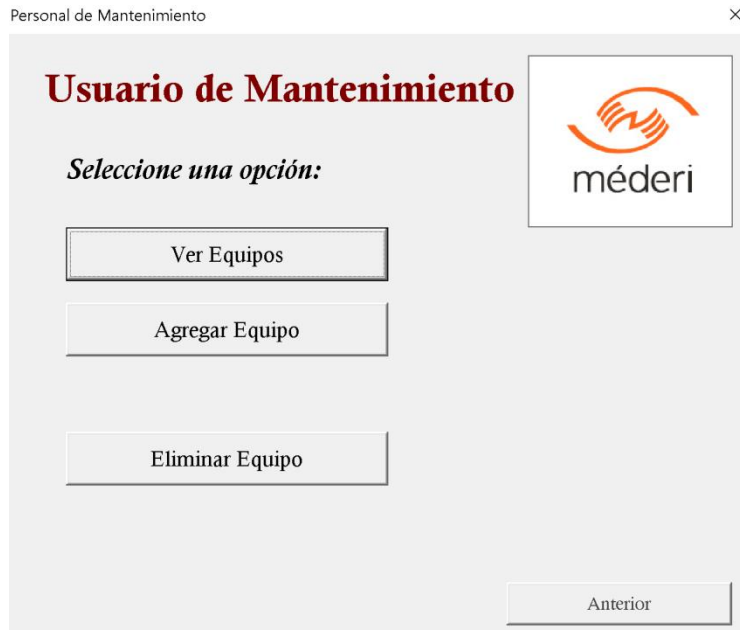


Figura 11. Menú de opciones para el personal de mantenimiento.

En la Figura 12 se muestra el formulario emergente si el usuario de mantenimiento elige la opción de “Agregar Equipo”. En este punto, se agrega toda la información para tener datos concretos de las actividades programadas tales como el mantenimiento preventivo y la calibración. Los campos a llenar, son los datos especificados en la fase 3 del proyecto que se definen como el fichero de las actividades programadas para los usuarios de mantenimiento.

The screenshot shows a web application window titled 'Agregar Equipo Biomédico'. It is divided into two main sections: 'Información para Mantenimiento Preventivo' and 'Información para Calibración'. The 'Mantenimiento Preventivo' section includes fields for frequency, evaluation aspects, required tools, and test parameters. The 'Calibración' section includes fields for frequency, parameters, and tools, along with a reference image selection area. A 'Siguiente' button is located at the bottom right.

Figura 12. Formulario por diligenciar para el personal de mantenimiento

Para llenar los datos básicos del equipo, primero se debe desplegar la ventana mostrada en la Figura 13 y elegir el tipo de equipo

This image shows a close-up of the 'Tipo de equipo' dropdown menu. The menu is open, displaying four options: 'Monitor de Signos', 'Monitor Multiparámetros', 'Máquina de Ventilación', and 'Máquina de Anestesia'. The 'Monitor de Signos' option is currently selected and highlighted in blue.

Figura 13. Ventana desplegable para elegir el tipo de equipo

Posterior a esto, se puede comenzar a llenar los campos requeridos. El formulario debe contener información completa acerca de los aspectos a evaluar, elementos y procedimientos para la estimación de parámetros para el mantenimiento preventivo, así como la periodicidad de la actividad sugerida por el proveedor. Posteriormente para la información de la calibración, debe completar información acerca de los parámetros a calibrar y los implementos necesarios para esto. Finalmente, se le da la opción al usuario de completar esta información con una imagen guía para el personal de mantenimiento que va a hacer uso de este formulario.

Luego de llenar esta información, el botón de “Siguiente” dirige a la segunda parte del formulario la cual se va a mostrar al personal clínico asistencial. La información conlleva la periodicidad de la actividad y el procedimiento a ejecutar. Esta segunda parte del formulario se muestra Figura 14.

Agregar Equipo

Page1 Page2

Agregar Equipo Biomédico

Información para el Personal Clínico

¿Cada cuanto se realiza la actividad?:



Procedimiento:

Guardar Datos Anterior INICIO

Figura 14. Formulario por diligenciar para el personal clínico

Ya que esta es la parte final del formulario, se da la opción de oprimir el botón “Guardar Datos” para que la información diligenciada se guarde en la hoja de Excel destinada y que pueda ser utilizada esta información cuando sea requerida por el personal de mantenimiento o clínico; una vez seleccionada esta opción, sale una ventana emergente confirmando que la información fue guardada exitosamente. Así mismo, el botón de “Anterior” devuelve al usuario a completar o seguir diligenciando la información del personal de mantenimiento. Finalmente, el botón de “INICIO” devuelve al usuario al menú para personal de mantenimiento mostrado en la Figura 11.

En la Figura 15 se muestra el formulario emergente si el usuario de mantenimiento elige la opción de “Ver Equipo”. En este punto, se elige el tipo de equipo con la misma ventana desplegable mostrada en el Figura 13 y posterior a oprimir el botón “Confirmar” se muestran las opciones que hay hasta el momento cargada en la base de datos. El usuario debe elegir la opción que desee para ver la información que hay en ese momento del equipo. El equipo seleccionado con clic, se mostrará resaltado en un color azul



Figura 15. Ventana emergente para elegir el equipo al cual se le va a realizar una actividad programada

En la Figura 16 se muestra el formulario emergente si el usuario de mantenimiento elige la opción de "Cargar Datos" mostrado en la esquina inferior izquierda de la Figura 15 luego de haber seleccionado el equipo.

La información mostrada, es procedente de las preguntas basadas en el fichero realizado. En este caso, la Figura 16 corresponde a los datos registrados del Monitor de Signos marca General Electric, modelo PROCARE 300. Aquí contiene información general del equipo, del mantenimiento preventivo y calibración. La imagen de referencia, fue encontrada en el manual y es descrita como el circuito que se debe realizar para hacer efectiva la calibración del parámetro de tensión arterial.

Información del Equipo

Marca:

Modelo:

Información para Mantenimiento Preventivo

¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?:

¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:

Se realiza una inspección visual del monitor mirando si hay daños en carcasas, conexiones o botones, se realiza la limpieza del monitor. Se verifica la calibración de presión y que no se tenga ninguna fuga, se realiza verificación de parámetro de SpO2 y temperatura (si aplica). Se realizan cambios de accesorios (brazalete, sensor) si es necesario.

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:

- Paño húmedo con: jabón suave diluido (para carcasa, brazalete y sensor de temperatura), una solución 70% alcohol (para sensor de SpO2) y con agua estéril o destilada (para sensor de SpO2)
- Paño seco
- Accesorios necesarios a cambiar

Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:

Realice pruebas funcionales de cada uno de los parámetros, utilizando los accesorios suministrados con el monitor.

Prueba de Presión arterial: Los valores de presión sistólica y diastólica para la prueba son: 200 mmHg, 150 mmHg, 100 mmHg, y 50 mmHg. El rango de error tolerado es de 3 unidades por encima o por debajo. Presión alta adultos: entre 305 y 325 mmHg. Presión alta neonatos: entre 150 y 165 mmHg.

Temperatura: Realizar una toma de temperatura predictiva

SpO2: Con tecnología Nellcor o Masimo se recomienda conectar primero el sensor con el cable extensor, y posteriormente, conectar al monitor para realizar la lectura (con simulador de Nellcor o en

¿Requiere KIT DE MANTENIMIENTO?:



Información para Calibración

¿Cada cuánto se realiza la calibración?:

¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:

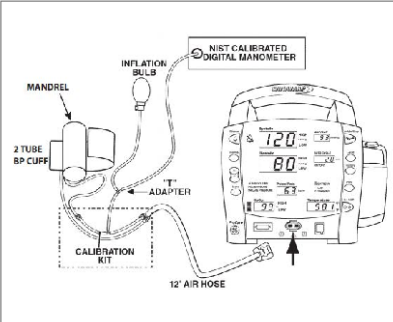
- Presión
- Temperatura
- SpO2

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:

- Manómetro digital calibrado
- Pera para tensiómetro
- Superficie cilíndrica resistente
- Brazalete 2 vías
- Adaptadores en "T"

RECUERDE QUE: Para obtener más información acerca de estos procedimientos (Mantenimiento preventivo o calibración) puede encontrar esa información detallada en el manual del equipo

Imagen de referencia



Descripción de la imagen:

Calibración del parámetro de presión NIBP cuando es requerido

Cerrar Programa

Figura 16. Ventana emergente con la información de un equipo seleccionado (Monitor de signos. Marca General Electric. Modelo PROCARE 300)

Finalmente, en la Figura 17 se muestra el formulario emergente si el usuario de mantenimiento elige la opción de “Eliminar Equipo”. En este punto, se elige el tipo de equipo con la misma ventana desplegable mostrada en el Figura 13 y luego de oprimir el botón “Confirmar” se muestran las opciones que hay hasta el momento cargada en la base de datos. Luego de seleccionar un equipo de la lista con un clic y cuando la selección se resalte en color azul, se selecciona la opción “Eliminar equipo” y con esto, la información se eliminará de la base de datos.

Eliminar Información de un Equipo

Seleccione el tipo de equipo que desea eliminar:

Monitor Multiparámetros

Confirmar

Marca	Modelo
Drager	Infinity Vista XL
General Electric	B125
Mindray	IMEC 12
Nihon Kohden	VISMO PVM 2701

Eliminar Equipo

INICIO

Figura 17. Ventana emergente para elegir el equipo al cual se desea retirar de la herramienta desarrollada

Como último y teniendo en cuenta la Figura 10, al momento de ingresar como “Personal de Clínico”, se observará un formulario similar al mostrado en las Figuras 15 y 16, en donde al elegir la tecnología y seleccionarla, dará paso a un formulario que contiene la información guardada en la base de datos.

4.2.2. Resultados para el rol de Personal Clínico:

Al momento de ingresar como “Personal Clínico”, se observará el formulario emergente en la Figura 18. Este es similar a los mostrados en las Figuras 15 y 17. En este, con la misma ventana desplegable mostrada en el Figura 16, se elige el tipo de equipo al cual se desea ver la información importante para que el personal clínico la tenga en cuenta antes, durante o después de hacer uso de la tecnología. Posteriormente, se da clic al botón “Confirmar” se desplegará la lista de las marcas y modelos que se encuentran registrados en la base de datos para este tipo de tecnología. El usuario debe seleccionar la opción que desee, la cual aparecerá resaltada en azul y luego pulsar el botón “Cargar Datos”.

UserForm1

Ver Información de un Equipo

Seleccione el tipo de equipo el cual desea ver la información:

Monitor Multiparámetros

Confirmar

Marca	Modelo
Drager	Infinity Vista XL
General Electric	B125
Mindray	IMEC 12
Nihon Kohden	VISMO PVM 2701

INICIO


Cargar Datos

Figura 18. Ventana emergente para elegir el equipo para ver la información relevante que el personal clínico debe tener en cuenta

En la Figura 19, se muestran los datos cargados del equipo elegido por el usuario con rol de personal clínico dentro de la institución. En este caso, aparece la marca y modelo del equipo, así como información que el proveedor recomienda para un uso de la tecnología apropiado por parte del personal de la salud y la periodicidad que el proveedor recomienda para realizar la actividad que se describe. Los datos que se piden y son mostrados, son los provenientes del numeral 4 en la fase de diseño.

UserForm1

Información del Equipo para el Personal Clínico



Marca:
 Modelo:

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:

Procedimiento:

-LIMPIEZA:

Se recomienda realizar limpieza adecuada de los accesorios antes y después de realizar cualquier medición. Se recomienda el uso de paños húmedos con solución de jabón y secar con un paño sin ninguna sustancia. NO SUMERJA O APIQUE DIRECTAMENTE SUSTANCIAS A NINGUN ACCESORIO O PARTE DEL MONITOR. Para la limpieza de sensores de SpO2 se recomienda un paño húmedo con solución de 70% de alcohol para posteriormente con otro paño húmedo con agua destilada o estéril terminar de limpiar y secar con un paño seco.

-BATERÍA

Se recomienda dentro de lo posible mantener conectado a la corriente eléctrica el monitor. La batería NO debe dejar ser descargada ya que reduce la vida útil de la batería.

Figura 19. Ventana emergente con la información de un equipo para uso del personal de la salud. (Monitor de signos. Marca General Electric. Modelo PROCARE 300)

4.3. Información de los Manuales de los Equipos Médicos

En la Tabla 6 se especifican los equipos que hasta el momento se han agregado al programa desarrollado con la información requerida (haciendo uso del fichero realizado) por el personal clínico y de mantenimiento de la institución.

Tabla 6

Equipos que fueron agregados a la herramienta por medio de la interfaz realizada

TIPO DE EQUIPO	MARCA	MODELO
MONITOR DE SIGNOS	General Electric	PROCARE 300
	WelchAllyn	SPOT 45 NTO-S1
MONITOR MULTIPARÁMETROS	Drager	Infinity Vista XL
	NihonKohden	VISMO PVM-2701
MÁQUINA DE VENTILACIÓN	Drager	Savina 300
	Covidien	PB980
MÁQUINA DE ANESTESIA	Drager	Primus
	DatexOhmeda	Aespire View

En la Tabla 7 se muestran las características principales de los tipos de equipos elegidos, así como una comparación de los kits que se especifica para cada marca y modelo según lo que define el proveedor en el manual de servicio.

Tabla 7

Aspectos generales de los equipos críticos encontrados en los respectivos manuales de servicio

Tipo de equipo	Características Generales	Kits de Mantenimiento				
		Componente	Quien lo ejecuta	Intervalo de Tiempo	Quien lo ejecuta	Intervalo de Tiempo
			Welch Allyn SPOT 45 NTO-S1		General Electric	
Monitor de Signos Vitales Básico	Permite detectar y mostrar parámetros fisiológicos. Los parámetros que detecta son: Tensión, temperatura, SpO2 y frecuencia de pulso	Accesorios	Usuario	Diariamente o cuando el paciente cambia	Usuario	Diariamente o cuando el paciente cambia
		Batería	Personal Cualificado	Cuando comience a fallar o luego de un largo periodo de tiempo sin realizar cambio	N/A	N/A

		Componente	Drager Savina 300		Covidien PB980			
Maquina de Ventilación	El propósito es brindar una ventilación prolongada usando diferentes modos según lo requiera el paciente monitorizando lo a su vez. Los modos son comunmente: IPPV, CPPV, IRV, PLV, AutoFlow, SIMV, PLV, CPAP. SB, ASB, BIPAP, NIV, LPO. Y se monitorean los parámetros: Presión en las vías aéreas Paw, Volumen minuto espiratorio VM, Concentración inspiratoria de oxígeno FiO2, Temperatura del gas inspiratorio T, Apnea, Frecuencia de respiración, Volumen Tidal inspiratorio	Cambio de sensores de O2	Personal Cualificado	Cada vez que se requiera (Por mensaje de alarma)	Personal Cualificado	1 año		
		microfiltro		1 año	N/A	N/A		
		filtro antipolvo						
		diafragma de valvula espiratoria						
		batería interna			Personal Cualificado	3 años		
		batería externa			6 años	N/A	N/A	
		Cambio de filtro de O2						
		reloj de tiempo real						
		Filtro inspiratorio interno			N/A	N/A	Personal Cualificado	Cada 10000 horas de funcionamiento
		Kit de 10000 horas de la BDU						
Kit de 10000 horas del compresor								

		Componente	Drager Primus	Datex Ohmeda Aespire View					
Máquina de Anestesia	Brinda anestesia por inhalación trabajando conjuntamente con diferentes modos de ventilación como: Modo volumétrico, Modo presiométrico, Ventilación manual, Respiración espontánea, Respiración espontánea con presión de soporte, Modo volumétrico AutoFlow. Además se miden parámetros como: Presión pico PICO, presión media PMEDIA, presión de meseta PLAT y PEEP, Volumen minuto espiratorio VM, diferencia entre el volumen minuto insp. y esp, Compliancia del paciente CPAC, Volumen tidal VT, Frecuencia de respiración, Concentración inspiratoria y espiratoria de O2, N2O, gas anestésico y CO2	Absorvedor de CO2	Usuario	cuando el color original cambie	N/A	N/A			
		filtro AGS		cuando se encuentre obstruido					
		Diafragma superior de unidad de ventilador		1 Año					
		trampa de agua		si aparece una advertencia o cada mes					
		sensor de O2		Si calibración no se pueda realizar o si hay fallo			Personal Cualificado	1 año	
		sensor de flujo	si ya no es posible realizar una configuración						
		modulo de gas del paciente	Personal Cualificado	N/A	N/A	N/A			
		filtro antipolvo							
		Juntas Tóricas de vaporizadores					1 Año	Personal Cualificado	1 año
		Juntas Tóricas trampa de agua					2 años		
		Entrada de gas de los filtros sintetizados					2 Años	N/A	N/A
		filtro antibacteriano del modulo de gas del paciente							
		batería de gel de plomo		8 años					
		Diafragma inferior del ventilador		3 Años					
		batería de respaldo interna		N/A	N/A	Personal Cualificado	2 Años		
		válvula de aleta de respiración libre					3 Años		

		Componente	Drager Infinity Vista XL		Nihon Kohden VISMO PVM-2701	
Monitor Multiparámetros	Permiten detectar y mostrar parámetros de: Frecuencia cardíaca, Frecuencia respiratoria, Presión invasiva, Presión no invasiva, Temperatura, Gasto cardíaco, Saturación de oxígeno arterial, Frecuencia de pulso, Apnea, FiO2	Filtro bacterial de las tuberías del gas de muestreo	usuario o personal cualificado	6 meses	N/A	N/A
		Batería		2 años	Usuario	1 año

4.4. Valoración de la Interfaz

Al realizar la prueba de cada función que se desarrolló en el programa, fue necesario ajustar la opción de “guardar imagen” ya que, al mostrar la imagen no se obtenía ningún resultado es este apartado. Por este motivo, se ajustó el código para que se guardara la imagen con un nombre específico y de esta forma, se obtuvo el resultado esperado. Se guardó la información que el usuario ubicaba en los espacios designados y la información se mostraba cuando era requerido. Esto se puede evidenciar en las figuras 16 y 19.

Así mismo, la interfaz tiene la opción de eliminar información que ya no es necesaria dentro de la institución si así lo requiere el departamento de ingeniería biomédica de la institución.

5. DISCUSIÓN

Recordando la necesidad planteada en un inicio por el departamento de ingeniería biomédica dentro de la institución de Méderi, se tiene que el equipo requería de una herramienta que fuera de fácil manejo y que fuera un recurso que se usara al momento de realizar las actividades programadas de los equipos críticos dentro de la institución. De igual manera, se requería que fuera una herramienta con la capacidad de ser usada por el personal clínico para consultar el apropiado uso de las tecnologías y las recomendaciones que el proveedor propone para el cuidado de los equipos. Esto último con el fin de evitar eventos serios y evitar poner en riesgo la vida de los pacientes por un mal manejo de la tecnología.

La herramienta que se realizó, fue desarrollada en Microsoft Excel, en el desarrollador *Visual Basic*, el cual ofrece la oportunidad de elaborar interfaces de usuario para generar bases de datos. Se optó por usar el software de Excel por sugerencia del departamento de ingeniería ya que este es de común manejo de todos los integrantes del equipo y también debido a que la institución maneja estrictos protocolos de seguridad cibernética, por lo tanto, si se desarrollaba la interfaz de usuario por otro software, además de tener que capacitar al departamento sobre el uso del software, también causaría dificultad el instalar y ejecutar otro tipo de programas.

Para el desarrollo de la interfaz, se realizó un fichero con la información que el departamento requería para la gestión de las actividades programadas, las cuales se consideran que son las que se deben elaborar en intervalos específicos de tiempo tales como lo son los mantenimientos preventivos y la calibración de parámetros de los equipos. Se debe tener en cuenta que toda la información contenida en la base de datos, es proveniente únicamente de los manuales de servicio, ya que este fue un requerimiento del departamento biomédico con el fin de tener en cuenta todas las recomendaciones que da el proveedor de la tecnología ya que el propósito es no afectar la vida útil de los equipos biomédicos.

De igual manera, se realizó un fichero más sencillo para el personal de la salud, con las recomendaciones del proveedor para el posterior uso de la tecnología. La información contenida también es proveniente únicamente del manual del servidor. Tanto el fichero para el personal de mantenimiento como para el personal clínico, se describió en la fase 3 del proyecto. Fase de Diseño.

Posterior a realizar los ficheros, se comenzó a realizar la base de datos que equipara todas las necesidades estipuladas en un inicio. Para esto, se diseñó la interfaz pensando en que el equipo encargado de asignar y realizar las actividades programadas de las diferentes tecnologías del hospital, fuera capaz también de añadir los equipos que entrarán en un futuro a la institución y de igual manera, que tuvieran la opción de eliminar aquellas tecnologías que se encuentran fuera de servicio u obsoletas y que la información no sea de más utilidad. Esto en conjunto al objetivo principal de la base de datos, la cual es mostrar información concreta proveniente del manual del servicio tanto para el personal de mantenimiento, como para el personal de la salud que manipula los equipos biomédicos.

Por otro lado, en la Tabla 6 se puede dar evidencia de los equipos que se encuentran incluidos hasta el momento en la herramienta desarrollada. La información general de estos

equipos se detalla en la Tabla 7 luego de extraer la información de los manuales. En esta tabla, se realizó una comparación de los kits que el proveedor sugiere para cada equipo dependiendo de la marca y el modelo. Algunos de estos (como es el caso de los equipos en el apartado de máquinas de anestesia) difieren en gran manera al momento de especificar los componentes que se deben cambiar en el transcurso de la vida útil del equipo. Esto debido a que cada proveedor define el comportamiento del equipo según la marca y el modelo. Estos kits son clave importante para no disminuir el tiempo de vida útil que tiene un equipo biomédico, además de que, si se realizan estos cambios, la vida del paciente no corre riesgo por un posible fallo del equipo.

Además, con el objetivo de comprobar el buen funcionamiento de la interfaz realizada, se hizo uso de todas las opciones que contiene la interfaz. Se comenzó añadiendo los diferentes equipos biomédicos en la base de datos teniendo en cuenta las Tablas 1 a la 4. Debido al tiempo de elaboración y entrega del proyecto, se añadieron a la base de datos entre 2 diferentes modelos según el tipo de equipo (Monitor de signos vitales, monitor multiparámetros, máquinas de ventilación y máquinas de anestesia), en donde se optó por darle prioridad a los modelos de equipos más prevalentes dentro de la institución. Posteriormente se verificó que los datos fueran mostrados tanto en la opción para el personal de mantenimiento, como para el personal clínico. Y en último lugar, se verifica que los equipos dentro de la base de datos, puedan ser eliminados. La Figura 16 y 19 muestran un ejemplo de cómo se muestra la información al usuario si es requerido.

Al momento de considerar el impacto de la interfaz dentro de la institución, se considera por parte del departamento de ingeniería biomédica una herramienta importante y de gran utilidad por el hecho de que constantemente en los mantenimientos preventivos no se tiene en cuenta el protocolo que sugiere el proveedor y esto puede llevar a la disminución del tiempo de vida útil del equipo o de sus accesorios; así mismo, el personal clínico al no tomar en cuenta las recomendaciones del proveedor de la tecnología, puede causar un daño de la tecnología afectando su funcionamiento y poniendo en riesgo el tratamiento, monitoreo o atención que se debe prestar a un paciente. En cambio, si se promueve el uso de este tipo de herramientas al personal de mantenimiento, esto puede aumentar el tiempo de vida útil del equipo biomédico; igualmente si se estimula el uso de la herramienta al personal clínico, esto puede disminuir el riesgo de que alguna eventualidad suceda mientras el equipo se encuentra en uso.

Así mismo, es de importancia resaltar que el departamento de ingeniería biomédica quiere implementar el correcto uso de los kits de mantenimiento, los cuales son elementos que se reemplazan de un equipo con el fin de prevenir que este llegue a fallar y poder garantizar un buen funcionamiento de la tecnología. Por esta razón, la base de datos realizada tiene la opción de agregar esta información.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Ya que el propósito de esta herramienta es ser implementada por el departamento de ingeniería biomédica y por el personal clínico de la institución, se requiere mejorar algunos aspectos y se sugieren trabajos a futuro.

La primera sugerencia es realizar pruebas con el personal de mantenimiento y el personal clínico ya que esta actividad no fue posible realizarla por razones como el cronograma estipulado en la institución y por el periodo de tiempo implementado para realizar el proyecto presentado. Esto daría una luz para modificar y mejorar ciertos aspectos de la base de datos con el fin de obtener una buena experiencia haciendo uso de la interfaz de usuario y que cumpla con su objetivo de ser una herramienta útil dentro de la institución.

De igual forma, es importante añadir otro tipo de tecnologías a la base de datos. El departamento de ingeniería biomédica sugirió en un punto agregar a la base de datos las incubadoras, pero debido al tiempo estipulado para realizar este proyecto, no fue posible. Se debe tener en cuenta que la institución cuenta con gran variedad de tecnología y estos equipos pueden ser agregados a la base de datos si es requerido. Por el momento, durante el tiempo de estancia en la institución, se planea añadir los modelos restantes de las Tablas 1 a la 4.

Finalmente, se propone añadir otras opciones para una mejora de la base de datos inicial, por ejemplo: agregar los checklist sugeridos dentro de los manuales del servidor con el fin de que el personal pueda realizar una verificación del correcto funcionamiento del equipo. Así mismo, agregar PDF's o documentos que sustenten la información que se suministra en la base de datos para que el personal pueda consultarlo cada vez que se requiera.

Estas sugerencias pueden mejorar la experiencia del personal clínico y de mantenimiento y también puede ayudar a mejorar la gestión operativa de la tecnología que tiene la institución.

7. CONCLUSIONES

Los ficheros elaborados cumplen con reunir datos importantes con el fin de brindar información necesaria para la ejecución de las actividades programadas que debe realizar el personal de mantenimiento y de igual manera, para que el personal clínico manipule de manera correcta el equipo según las recomendaciones del proveedor de la tecnología.

La herramienta propuesta para dar una solución a esta necesidad, cumple con almacenar y mostrar información de diferentes tecnologías médicas que se encuentran dentro de la institución de Méderi para la ejecución de las actividades programadas según la tecnología y teniendo en cuenta principalmente las sugerencias que el proveedor tiene para no disminuir el tiempo de vida útil de la tecnología. De igual manera, cumple con recolectar datos sugeridos por el proveedor para que el personal clínico de la institución manipule de forma adecuada la tecnología, ya que, al no hacerlo, puede disminuir el tiempo de vida útil de la tecnología y también con ello, el funcionamiento del equipo puede verse afectado.

Así mismo, cumple con almacenar y mostrar información acerca de los repuestos que se deben cambiar según el tiempo que ha permanecido el equipo en funcionamiento. A estos cambios programados de piezas o elementos, se les conoce como "Kits de mantenimiento" y el realizar pertinentemente esta actividad, puede ayudar a mantener el tiempo de vida útil de los equipos biomédicos e igualmente, cumplir con esto es beneficioso ya que se puede garantizar, en la mayoría de casos, el buen funcionamiento de la tecnología sin generar percances.

Además, se extrajo datos relevantes de las diferentes tecnologías. Se observó con esto que entre más compleja sea la tecnología, más componentes requieren y que estos deben ser cambiados en intervalos específicos de tiempo para evitar incidentes tanto para los usuarios que manipulan la tecnología, como los usuarios que están haciendo uso del equipo médico. Los componentes que se requieren cambiar, dependen de la complejidad del dispositivo y la cantidad de parámetros con que la tecnología cuenta.

Esta herramienta puede ser de gran ayuda ya que se seguirían los lineamientos propuestos por el proveedor de la tecnología, sin embargo, los integrantes del departamento de ingeniería biomédica de la institución Méderi, siguen actualmente ciertos protocolos que pueden variar un poco a lo recomendado por el proveedor. Esto debido a que cada proveedor recomienda poner a prueba las tecnologías de diferente manera y pueden variar dependiendo de la marca o modelo del equipo biomédico.

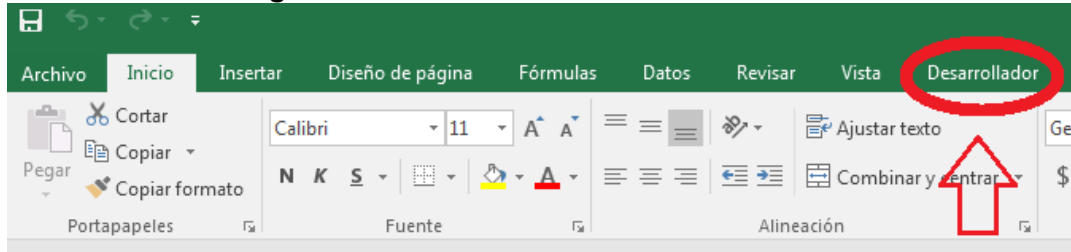
REFERENCIAS

- [1] "Nuestra historia | Méderi." [Online]. Available: <https://www.mederi.com.co/sobre-nosotros/historia>. [Accessed: 21-Feb-2021].
- [2] "Urgencias | Méderi." [Online]. Available: <https://www.mederi.com.co/servicios/urgencias>. [Accessed: 21-Feb-2021].
- [3] "En Méderi somos | Méderi." [Online]. Available: <https://www.mederi.com.co/sobre-nosotros/en-mederi-somos>. [Accessed: 21-Feb-2021].
- [4] "Filosofía corporativa | Méderi." [Online]. Available: <https://www.mederi.com.co/sobre-nosotros/quienes-somos>. [Accessed: 21-Feb-2021].
- [5] A. Sanchez *et al.*, "ABC De Dispositivos Médicos Liberta y Orden."
- [6] Organización Mundial de la Salud, "Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos" [Online]. Available: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf?sequenc. [Accessed: 21-Feb-2021]
- [7] Ministerio de Salud y Protección Social "Resolución Número 3100 de 2019" [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3100-de-2019.pdf>
- [8] "DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE SOFTWARE PARA UNA COMPAÑÍA DE TIC NACIONAL" [Online] https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/412/Joselgnacio_Rengifo_2010.pdf;jsessionid=F79FE3291515BC76CD952D18A5530463?sequence=1

ANEXOS

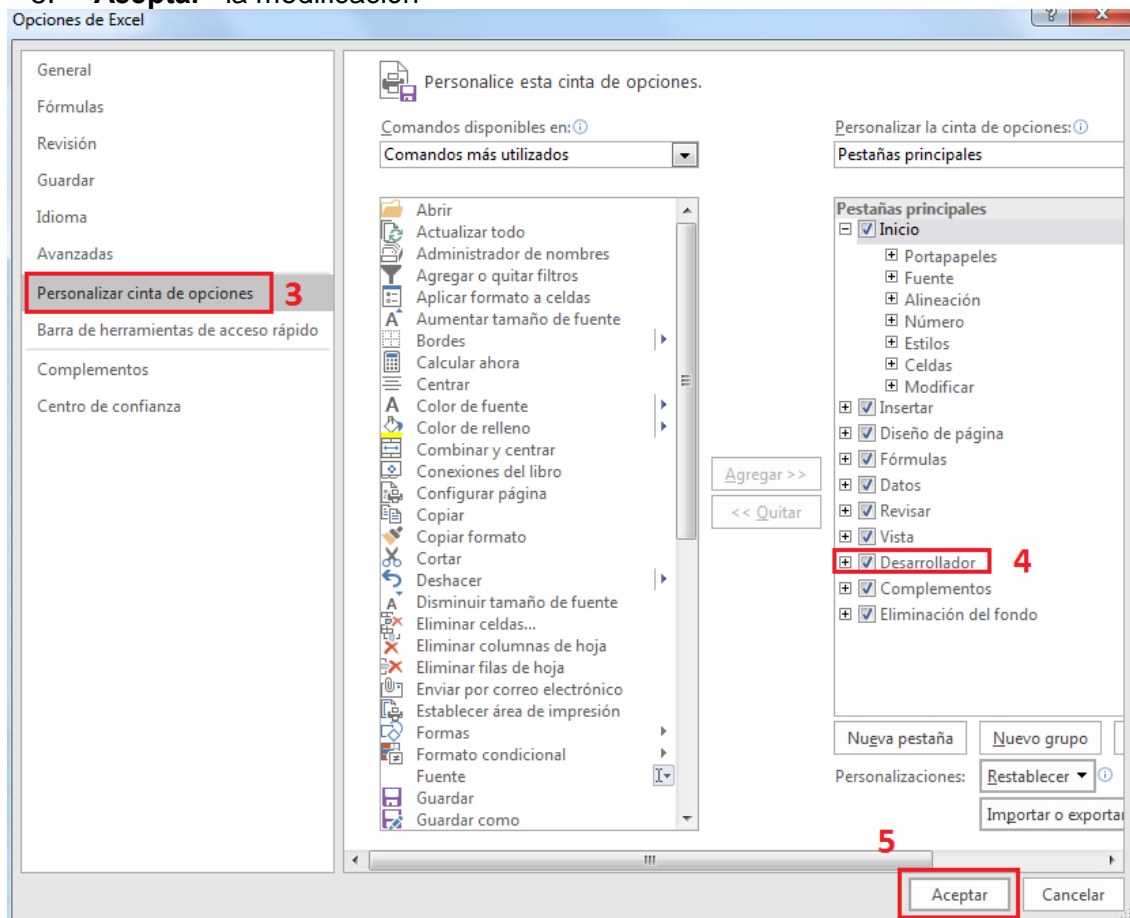
Anexo 1. Manual de usuario de la base de datos

Para realizar el ingreso a la base de datos, primero se debe habilitar la opción de “**Desarrollador**” o “**Programador**” en Excel.

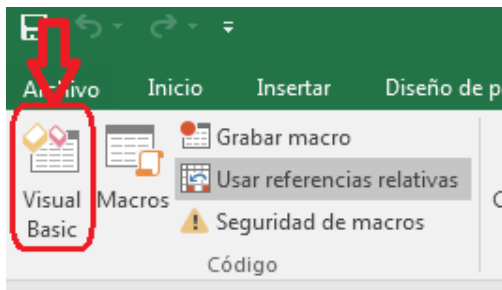


Si no se encuentra esta opción, se debe activar:

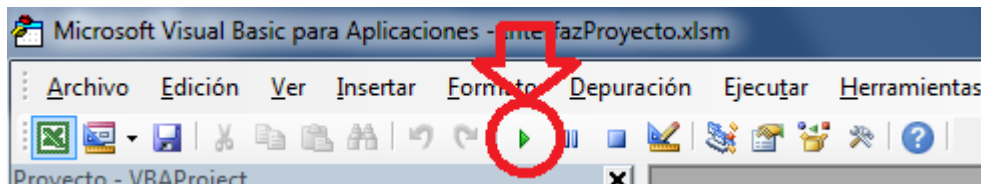
1. Seleccionar “**Archivo**”
2. Dar clic en “**Opciones**”
3. Buscar la opción “**Personalizar cinta de opciones**”
4. En la barra de la parte izquierda, en un checklist aparece la opción de “**Desarrollador**” o “**Programador**”, se debe activar esta opción
5. “**Aceptar**” la modificación



Luego se procede a abrir el archivo que contiene la base de datos, y luego de dar clic en la opción de “**Desarrollador**” o “**Programador**” para posteriormente elegir el icono titulado como “**Visual Basic**” el cual abre el diseño de la interfaz realizada.



En la barra de herramientas, sale la opción de darle “**Play**” al programa realizado



Y se ejecutará la base de datos.

La ventana inicial, mostrará dos diferentes opciones según el rol que tiene la persona dentro de la institución: “**Personal de Mantenimiento**” o “**Personal Clínico**” y el botón “**Cerrar Programa**” cierra la base de datos



Al momento de dar clic en la opción de “**Personal de Mantenimiento**”, se abrirá otra ventana la cual muestra las opciones que el usuario requiera. El usuario debe seleccionar la opción que más se ajuste según la actividad que desee realizar:

La opción de “**Ver Equipos**” permite acceder a los equipos biomédicos ya registrados en la base de datos y a toda su información acerca de las diferentes actividades a realizar. La opción de “**Agregar Equipo**” permite insertar toda la información requerida de las actividades programadas y también la información que va a observar el personal clínico. La opción de “**ELIMINAR EQUIPO**” permite borrar de la base de datos, determinado equipo. Finalmente, el botón “**Anterior**” permite regresar a la ventana para escoger el rol de la persona que hace uso del programa.

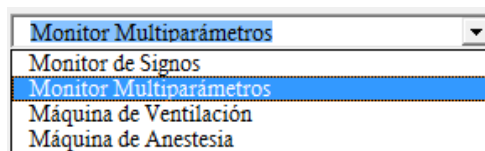


A continuación, se muestran las ventanas que emergen a partir de seleccionar las opciones anteriormente mencionadas.

En la opción de “**Ver Equipos**” se observa una ventana que tiene una barra desplegable, la cual, al realizar esta opción, el usuario se encontrará con el tipo de tecnología o equipo que quiere consultar para realizar la actividad programada. Luego de seleccionar la opción y oprimir el botón “**Confirmar**” se observará una lista de los diferentes modelos que ya se encuentran dentro de la base de datos para ese tipo de tecnología.



La barra desplegable da la opción de elegir el tipo de tecnología que se desea observar los datos de las actividades programadas



Posterior a confirmar la elección, la información de los diferentes modelos de los equipos con sus respectivas marcas, es mostrada como una lista

Marca	Modelo
Drager	Infinity Vista XL
General Electric	B125
Mindray	IMEC 12
Nihon Kohden	VISMO PVM 2701

Below the table are two buttons: 'INICIO' and 'Cargar Datos'.

Luego de seleccionar una de las diferentes opciones de la lista, se da clic al botón de **“Cargar datos”** para obtener toda la información del equipo deseado. El botón de **“INICIO”** permite regresar a la ventana de usuario de mantenimiento.

Al dar clic en la opción de “**Agregar equipo**” se abre una nueva ventana que es el formulario para registrar los datos de las diferentes actividades programadas para el usuario de mantenimiento y otra ventana para registrar los datos que van a ser usados por el personal clínico.

The screenshot shows a web application window titled "Agregar Equipo Biomédico" with a sub-header "Page 1 Page 2". The main heading is "Agregar Equipo Biomédico". On the left, there are input fields for "Tipo de equipo:", "Marca:", and "Modelo:". To the right is the "méderi" logo. Below this is the "Información para Mantenimiento Preventivo" section with fields for frequency, evaluation aspects, and required tools. The "Información para Calibración" section on the right includes fields for calibration frequency and parameters, a "RECUERDE QUE" note, a reference image section with a "Seleccionar Imagen" button and a "Descripción de la imagen:" field, and a "Desea agregar una imagen de referencia?" question with "Si" and "No" radio buttons. A "Continuar" button is at the bottom right of this section. A "Siguiete" button is at the bottom right of the entire form.

El botón de “**Siguiete**” permite proceder para diligenciar los datos para el personal clínico de la institución.

The screenshot shows the same web application window, but the sub-header is "Page 1 Page 2" and the main heading is "Agregar Equipo Biomédico". The sub-heading is "Información para el Personal". There is a field for "¿Cada cuánto se realiza la actividad?:" with a value of "1". Below this is a large text area for "Procedimiento:". At the bottom, there are three buttons: "Guardar Datos", "Anterior", and "INICIO". The "méderi" logo is also present.

El botón de “**Anterior**” regresa al formulario de diligenciamiento de información para el personal de mantenimiento. El botón “**INICIO**” Devuelve a la ventana del usuario de mantenimiento y el botón “**Guardar Datos**” almacena la información suministrada en los campos en blanco, en la base de datos.

Finalmente, la opción de “**Eliminar Equipo**” ubicada en la ventana del usuario de mantenimiento, permite elegir el tipo de tecnología con una barra desplegable y posteriormente al oprimir el botón de “**Continuar**” se arrojan las opciones dependiendo de la tecnología elegida. Al momento de seleccionar la opción de “**Eliminar Equipo**” la información contenida para la opción seleccionada, se elimina de la base de datos.

The image shows a software window titled "UserForm1" with a close button in the top right corner. The main heading is "Eliminar Información de un Equipo" in a large, bold, red font. Below the heading is the instruction "Seleccione el tipo de equipo que desea eliminar:" followed by a dropdown menu. To the right of the dropdown is the "méderi" logo, which consists of a stylized orange hand icon above the word "méderi" in a sans-serif font. Below the dropdown menu is a "Confirmar" button. A large, empty rectangular box occupies the middle section of the form. At the bottom left is a button labeled "Eliminar Equipo" in red text, and at the bottom right is a button labeled "INICIO".

Para el personal clínico. En la ventana de inicio se debe dar clic en la opción de “**Personal clínico**”, se abrirá otra ventana la cual muestra una barra desplegable para seleccionar el tipo de equipo, y una vez seleccionado con el botón “**Confirmar**” se mostrará una lista de los equipos existentes en la base de datos para esa tecnología. Esto se muestra a continuación



Una vez elegido el equipo, y al dar clic en el botón “Cargar Datos” se mostrará la información que el usuario requiere.

Para cerrar el programa es necesario únicamente oprimir el botón de la X ubicada en el extremo superior derecho

Anexo 2. Equipos agregados a la herramienta desarrollada

- General Electric PROCARE 300

<p>Información del Equipo</p> <p>Marca: General Electric Modelo: PROCARE 300</p> <p>Información para Mantenimiento Preventivo</p> <p>¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?: 12 Meses</p> <p>¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:</p> <p>Se realiza una inspección visual del monitor mirando si hay daños en carcasa, conexiones o botones, se realiza la limpieza del monitor. Se verifica la calibración de presión y que no se tenga ninguna fuga, se realiza verificación de puntaje de SpO2 y temperatura (a epícutis). Se realizan cambios de accesorios (bravillete, sensor) si es necesario.</p> <p>¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:</p> <p>Paño húmedo con jabón suave diluido (para carcasa, bravillete y sensor de temperatura), una solución 70% alcohol (para sensor de SpO2) y con agua estéril o destilada (para sensor de SpO2)</p> <p>Paño seco</p> <p>Accesorios necesarios a cambiar</p> <p>Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:</p> <p>Realizar pruebas funcionales de cada uno de los parámetros, utilizando los accesorios suministrados con el monitor.</p> <p>Prueba de Presión arterial: Los valores de presión sistólica y diastólica para la prueba son: 200 mmHg, 150 mmHg, 100 mmHg, y 50 mmHg. El rango de error tolerado es de 3 unidades por encima o por debajo. Presión alta adulta: entre 303 y 323 mmHg. Presión alta neonatal: entre 150 y 165 mmHg.</p> <p>Temperatura: Realizar una toma de temperatura predictiva SpO2i. Con tecnología Nihon Kohden se recomienda conectar primero el sensor con el cable exterior, y posteriormente, conectar al monitor para realizar la lectura con simulador de Nihon o es</p> <p>Requiere KIT DE MANTENIMIENTO:</p> <p>No se especifica</p>	<p>Información para Calibración</p> <p>¿Cada cuánto se realiza la calibración?: 12 Meses o con cualquier lectura en duda</p> <p>¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:</p> <p>Presión Temperatura SpO2</p> <p>¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:</p> <p>Manómetro digital calibrado Para para tensiones Superficie cilíndrica resistente Distalada 2' x 1"</p> <p>Adaptadores en "F"</p> <p>RECOMIENDACIÓN: Para obtener más información acerca de estos procedimientos (Administración preventiva o calibración), puede encontrar más información detallada en el manual del equipo.</p> <p>Imagen de referencia</p>  <p>Descripción de la imagen: Calibración del parámetro de presión NHP cuando es requerido</p>	<p>Información del Equipo para el Personal Clínico</p> <p>Marca: General Electric Modelo: PROCARE 300</p> <p>¿Cada cuánto se realiza la actividad?:</p> <p>Continuamente</p> <p>Procedimiento:</p> <p>-LIMPIEZA:</p> <p>Se recomienda realizar limpieza adecuada de los accesorios antes y después de realizar cualquier medición. Se recomienda el uso de paños húmedos con solución de jabón y secar con un paño sin ninguna sustancia. NO SUMERJA O APIQUE DIRECTAMENTE SUSTANCIAS A NINGUN ACCESORIO O PARTE DEL MONITOR. Para la limpieza de sensores de SpO2 se recomienda un paño húmedo con solución de 70% de alcohol para posteriormente con otro paño húmedo con agua destilada o esteril terminar de limpiar y secar con un paño seco.</p> <p>-BATERIA</p> <p>Se recomienda dentro de lo posible mantener conectado a la corriente eléctrica el monitor. La batería NO debe dejar ser descargada ya que reduce la vida útil de la batería.</p>
---	--	--

• Welch Allyn SPOT 45 NTO-S1

Información del Equipo
 Marca: Welch Allyn
 Modelo: SPOT 45 NTO-S1

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?: No se especifica
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza limpieza del equipo y de sus accesorios, se realiza cambio de batería del equipo si la batería no en su estado o si el indicador de carga está. Finalmente se realiza revisión de los parámetros de tensión, temperatura y SpO2.
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 -Paño ligeramente humedecido en alcohol isopropílico al 70%, solución de lejía al 10% o detergente suave con agua.
 -Paños secos.
 -Accesorios necesarios a cambiar.
Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 Realizar pruebas funcionales de cada uno de los parámetros, utilizando los accesorios suministrados con el monitor.
 Prueba de tensión arterial: determinar que la unidad está detectando la tensión arterial de forma precisa con un esfigmomanómetro o medidor de la presión calibrado. Los valores de presión sistólica y diastólica para la prueba son: 120 mmHg, 70 mmHg, 90 mmHg. El rango de error tolerado es de 3 unidades por encima o por debajo. Se debe esperar un tiempo de 15 segundos para verificar que el calor se mantenga.
 Temperatura: Realizar una prueba de temperatura teniendo en cuenta también la medición del sumador.
Requiere KIT DE MANTENIMIENTO:
 Batería: No se especifica el tiempo. El cambio de batería se debe efectuar cuando el monitor de alguna no cargar más o durar muy poco la batería o si la batería hace un largo periodo de tiempo no se ha cargado.

Información del Equipo para el Personal Clínico
 Marca: Welch Allyn
 Modelo: SPOT 45 NTO-S1

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:
 Continúamente

Procedimiento:
 LIMPIEZA:
 -Según se necesite, limpie el dispositivo y sus accesorios con un paño ligeramente humedecido en alcohol isopropílico al 70%, solución de lejía al 10% o detergente suave con agua, o utilice paños. Nunca sumerja el monitor.
 -Se recomienda cambio de accesorios cada vez que el usuario cambie o cuando algún accesorio se encuentre dañado.

• Drager Infinity Vista XL

Información del Equipo
 Marca: Drager
 Modelo: Infinity Vista XL

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?: 2 Años mínimo
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza limpieza, se evalúa funcionamiento, cables, funciones de alarma, accesorios y dispositivos correspondientes para determinar si presenta daños y si debe verificar la resistencia de su conexión a tierra, conectar de pérdida del hardware y del paciente.
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 No se especifica en el manual.
Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 Se realiza verificación de parámetros de Frecuencia cardiaca, Frecuencia respiratoria, Presión arterial, Presión no invasiva, Temperatura, Cuento cardíaco, Saturación de oxígeno arterial, Frecuencia de pulso, Apnea, FIO2.
Requiere KIT DE MANTENIMIENTO:
 Sí
 • Etido bactericida de las tuberías del gas de sustrato = Cada 6 meses
 • Batería = Cada 2 años

Información del Equipo para el Personal Clínico
 Marca: Drager
 Modelo: Infinity Vista XL

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:
 Continúamente

Procedimiento:
 LIMPIEZA:
 Se recomienda realizar limpieza adecuada de los accesorios antes y después de realizar cualquier medicación. Se recomienda el uso de paños húmedos con solución de jabón y secar con un paño sin ninguna sustancia. NO SUMERJA O APIQUE DIRECTAMENTE SUSTANCIAS A NINGUN ACCESORIO O PARTE DEL MONITOR. Para la limpieza de sensores de SpO2 se recomienda un paño húmedo con solución de 70% de alcohol para posteriormente con otro paño húmedo con agua destilada o estéril terminar de limpiar y secar con un paño seco.
 BATERIA:
 Se recomienda dentro de lo posible mantener conectado a la corriente eléctrica el monitor. La batería NO debe dejar ser descargada ya que reduce la vida útil de la batería.

• Nihon Kohden VISMO PVM-2701

Información del Equipo
 Marca: Nihon Kohden
 Modelo: VISMO PVM-2701

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?: 12 Meses
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza una inspección visual del monitor cuando se han dado en cuenta, corrientes o bobinas, se realiza la limpieza del monitor cuando la pantalla touch, se verifica la calibración de grama y que no se tenga ninguna fuga, se realiza verificación de parámetros de ECG, SpO2, respiración, TSBP, temperatura (a su vez). Se realizan cambios de accesorios (baterías, sensor, languiños, cable de ECG).
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 -Paño húmedo que no sea con tinte o sustancias inflamables. Con agua estéril o destilada (para sensores de SpO2).
 -Paño seco.
 -Accesorios necesarios a cambiar.
Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 Chequear la limpieza, desactivar el panel del monitor TOUCH para evitar daños/desconfiguración.
 Realizar pruebas funcionales de cada uno de los parámetros, utilizando los accesorios suministrados con el monitor.
 Prueba de Presión arterial: Los valores de presión sistólica y diastólica para la prueba son: 200 mmHg, 120 mmHg, 100 mmHg y 90 mmHg. El rango de error tolerado es de 3 unidades por encima o por debajo. Presión alta adulto: entre 305 y 325 mmHg. Presión alta neonato: entre 130 y 165 mmHg.
 Temperatura: Realizar una prueba de temperatura productiva.
 SpO2: Con tecnología Infrared o Masimo se recomienda conectar primero el sensor con el cable.
Requiere KIT DE MANTENIMIENTO:
 Sí
 Cambio de batería cada 12 meses

Información del Equipo para el Personal Clínico
 Marca: Nihon Kohden
 Modelo: VISMO PVM-2701

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:
 diariamente

Procedimiento:
 LIMPIEZA:
 Se recomienda realizar limpieza adecuada de los accesorios antes y después de realizar cualquier medicación. Se recomienda el uso de paños húmedos con solución de jabón y secar con un paño sin ninguna sustancia. NO SUMERJA O APIQUE DIRECTAMENTE SUSTANCIAS A NINGUN ACCESORIO O PARTE DEL MONITOR. Para la limpieza de sensores de SpO2 se recomienda un paño húmedo con solución de 70% de alcohol para posteriormente con otro paño húmedo con agua destilada o estéril terminar de limpiar y secar con un paño seco.
 BATERIA:
 Se recomienda dentro de lo posible mantener conectado a la corriente eléctrica el monitor. La batería NO debe dejar ser descargada ya que reduce la vida útil de la batería.

• Drager Savina 300

Información del Equipo
 Marca:
 Modelo:

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?:
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza limpieza de la máquina de sistema, inspección y verificación de funcionamiento y reemplazo o arreglo de piezas si se especifica en el manual de referencia técnica.
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 No se especifica en el manual.

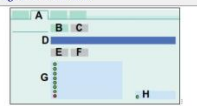
Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 Se realiza prueba de funcionamiento de las siguientes características de acuerdo con las especificaciones de uso:
 • Realizar la comprobación del dispositivo y la comprobación del circuito respiratorio.
 • Baterías recargables y su proceso de recarga.
 • Comprobar el estado del conjunto de dispositivos.
 • Todos los equipos están limpios y son seguros.
 • No hay daños evidentes.
 • En los análisis a los que se puede acceder desde el exterior se han de respetar los valores especificados.

¿Requiere KIT DE MANTENIMIENTO?:
 SI
 • Sensores de O₂ = Si aparece el mensaje de alarma Medición FIO₂ inservible o si ya no es posible realizar la calibración.
 • Microfiltro = Cada 12 meses.
 • Juego de filtro respiratorio = Cada 4 semanas/Cada 12 meses.
 • Ductos de la válvula respiratoria reutilizable = Cada 12 meses.
 • Bateria externa = Cada 12 meses/Cada 2 años.
 • Bateria interna = Cada 12 meses.
 • Filtro de la entrada de aire del LPO (solo para la opción de LPO) = Cada 2 años

Información para Calibración
 ¿Cada cuánto se realiza la calibración?:
 ¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:
 Sensores de flujo, sensores de O₂, sensor de CO₂, sensor de presión
 Circuito respiratorio y patrón de prueba conectado al ventilador

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:
 Circuito respiratorio y patrón de prueba conectado al ventilador

RECURRENCE QUE: Para obtener más información acerca de este procedimiento (Mantenimiento preventivo o calibración) puede encontrar una información detallada en el manual del equipo.

Imagen de referencia

 Descripción de la imagen:
 Pantalla que sobresale al realizar la comprobación del dispositivo en su inicio.
 El resultado general de la última comprobación se muestra con fecha y hora en el campo (H):
 Punto verde : Todas las etapas de prueba superadas
 Punto rojo : Ha fallado al menos una etapa de prueba
 Punto vacío : Comprobación cancelada

Cerrar Programa

Información del Equipo para el Personal Clínico

Marca:
 Modelo:

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:

Procedimiento:
 Conectar circuito respiratorio y pulmón de prueba para realizar el autotest una vez el dispositivo este encendido. Seguir todos los pasos y asegurarse que el oxígeno de pares y aire medicinal estén conectados a la toma correspondiente. Si existen fallas al momento de realizar el test, informar al equipo de mantenimiento de la institución



• Covidien PB980

Información del Equipo
 Marca:
 Modelo:

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?:
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza limpieza y desinfección, comprobación del buen funcionamiento del equipo, inspección en búsqueda de daños, pruebas eléctricas, calibración y cambio de piezas si se requiere.
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 Filtro respiratorio de paciente, circuito respiratorio y patrón de prueba conectado al ventilador. Pestaña a cambiar si es necesario

Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 Se realiza chequeo de ATC, sistema de alarmas, comprobación de baterías, pruebas de seguridad eléctrica, calibración del transductor de presión atmosférica, verificación de baterías principales y protegidas, verificación de sensores de CO₂ y de flujo

¿Requiere KIT DE MANTENIMIENTO?:
 SI
 • Bateria principal = Cada 3 años, o cuando se supera la prueba de batería, o cuando el ATG indica que la carga de la batería se ha agotado.
 • Bateria de duración prolongada = Cada 3 años, o cuando se supera la prueba de batería, o cuando el ATG indica que la carga de la batería se ha agotado.
 • Filtro inspiratorio externo = Cada 10000 horas de funcionamiento.
 • Kit de 10000 horas de FIO₂ = Cada 10000 horas de funcionamiento.
 • Kit de 10000 horas del compresor = Cada 10000 horas de funcionamiento.
 • Sensor de oxígeno = Cada año o según sea necesario.

Información para Calibración
 ¿Cada cuánto se realiza la calibración?:
 ¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:
 La inspección y la calibración del respirador debieran ser realizadas por el personal del servicio técnico formado por Covidien.
 Se realiza Autotest de ATG, sistema de alarmas, comprobación de baterías, pruebas de seguridad

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:
 Filtro respiratorio de paciente, circuito respiratorio y patrón de prueba conectado al ventilador. Pestaña a cambiar si es necesario

RECURRENCE QUE: Para obtener más información acerca de este procedimiento (Mantenimiento preventivo o calibración) puede encontrar una información detallada en el manual del equipo.

Imagen de referencia

 Descripción de la imagen:
 Máquina de Ventilación COVIDIEN

Información del Equipo para el Personal Clínico

Marca:
 Modelo:

¿Cada cuánto se realiza la actividad?:

Procedimiento:
 • Circuito del paciente: vaciar los ramales inspiratorio y espiratorio Varias veces al día
 • Vial de condensado, colectores de agua y bolsa de drenaje: vaciarlos Varias veces al día
 • Calibración del sensor de oxígeno: En la pantalla de configuración del respirador, toque la pestaña Más paramet. Para calibrar el sensor de oxígeno, toque Calibrar en el área del sensor de oxígeno de la pantalla.
 • Cubeta del filtro de entrada de aire: Sustituya la cubeta si está rota.
 • Filtro inspiratorio reutilizable: Antes de cada uso, comprobar el buen estado y cambiarlo si es necesario. Siempre realizar prueba de ATC para comprobar la resistencia del ramal respiratorio
 • Filtro espiratorio reutilizable: Filtro espiratorio reutilizable, comprobar el buen estado y cambiarlo si es necesario. Siempre realizar prueba de ATC para comprobar la resistencia del ramal respiratorio y el filtro espiratorio
 • Filtro inspiratorio desechable = cambiarlo cada 15 días o cada que sugiera la institución
 • Filtro espiratorio desechable = cambiarlo cada 15 días o cada que sugiera la institución



• Datex Ohmeda Aespire View

Información del Equipo
 Marca:
 Modelo:

Información para Mantenimiento Preventivo
 ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?:
 ¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?:
 Se realiza limpieza de la máquina, se realiza verificación de funcionamiento, pruebas, se realizan calibraciones si es necesario y reemplazo de piezas del servicio programado si se especifica en el manual de referencia técnica.
 ¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?:
 • Producto de limpieza no abrasivo para el aire. Recomendable agua y paños secos que no produzca reacciones químicas al interactuar con materiales por inhalación.
 • Lubricantes sin aceite o grasa.
 • Pestaña de reemplazo de la máquina si es necesario (en su mayoría piezas del sistema respiratorio de la máquina).
 • Todos los materiales utilizados para cubrir el sistema deben estar hechos de materiales no tóxicos (conductores). La electricidad estática puede provocar incendios.
 • Utilice únicamente lubricantes aprobados para aparatos o equipos de O₂, como Krytox.
 • No utilice lubricantes que contengan aceite o grasa. Pueden andar o explotar en concentraciones elevadas de O₂.
 • Tenga cuidado al mover o reemplazar piezas y componentes del sistema.

Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARÁMETROS:
 • Tener cuidado al mover o reemplazar piezas y componentes del sistema.

CADA MES
 ¿Requiere KIT DE MANTENIMIENTO?:
 SI
 CADA 12 MESES Todos las piezas de la máquina y del ventilador deben reemplazarse antes de realizar las comprobaciones, pruebas y calibraciones.
 • Reemplazar las juntas tóxicas externas en los puertos del vaporizador.
 • Reemplazar la celda de O₂ del circuito.
 • Reemplazar los sensores de flujo (metastatos) estandarizados en su diseño.

CADA 24 MESES Todas las piezas de la máquina y del ventilador deben reemplazarse antes de

Información para Calibración
 ¿Cada cuánto se realiza la calibración?:
 ¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:
 O₂ Calibración al 21% y posteriormente al 100%
 Puesta a cero. Corregir el Offset de la pestaña a cero de los sensores de flujo

¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?:
 • Celda de O₂
 • Sensor de flujo de puesta a cero

RECURRENCE QUE: Para obtener más información acerca de este procedimiento (Mantenimiento preventivo o calibración) puede encontrar una información detallada en el manual del equipo.

Imagen de referencia

 Descripción de la imagen:
 Reemplazo para la celda de O₂

Información del Equipo para el Personal Clínico

Marca:
 Modelo:



¿Cada cuánto se realiza la actividad?:

Procedimiento:
 DIARIAMENTE
 • Limpiar las superficies externas.
 • Realice una calibración de 21% de O₂.
 • Revise el depósito del condensador (si está equipado). Drene si es necesario.
 • Ponga a cero los sensores de flujo.

CADA DOS SEMANAS
 • Drene los vaporizadores



- Drager Primus

Información del Equipo Marca: <input type="text" value="Drager"/> Modelo: <input type="text" value="Primus"/>		Información para Calibración ¿Cada cuánto se realiza la calibración?: <input type="text" value="Cada vez que se inicia el dispositivo"/> ¿Cuáles parámetros se tienen en cuenta durante la calibración?:	Información del Equipo para el Personal Clínico Marca: <input type="text" value="Drager"/> Modelo: <input type="text" value="Primus"/>
Información para Mantenimiento Preventivo ¿Cada cuánto se realiza el mantenimiento?: <input type="text" value="0 meses"/>	Módulo de medición de gas del paciente, sensor de O ₂		¿Cada cuánto se realiza la actividad?:
¿Qué aspectos se evalúan durante el mantenimiento?: Se realiza limpieza de la máquina de anestesia, inspección y verificación de funcionamiento y reemplazo o ajuste de partes si se especifica en el manual de referencia técnica.	¿Cuáles implementos se necesitan para realizar la calibración?: Sensor de O ₂		Diariamente
¿Cuáles implementos se necesitan para realizar el mantenimiento?: No se especifica en el manual	RECUERDE QUE: Para obtener más información acerca de este procedimiento (Administración preventiva o calibración) por favor revise esta información detallada en el manual del equipo		Procedimiento:
Aspectos a tener en cuenta en la PRUEBA DE PARAMETROS: Realizar una prueba funcional de las siguientes funciones conforme a las instrucciones de uso: - Realice las pruebas: - Compruebe la medición de O ₂ - Compruebe la medición de CO ₂ y la medición del gas anestésico. - Compruebe la medición de flujo. - Compruebe la medición de presión. - Compruebe el funcionamiento de la batería de reserva. - Compruebe la concentración suministrada por el vaporizador de anestésicos. - Compruebe la función de bloqueo del sistema de acoplamiento del vaporizador.	Imagen de referencia 		Descripción de la imagen: Pantalla principal cuando se realiza el autotest de la máquina cuando se inicia el dispositivo. Se ve una barra indicadora del proceso
Requiere KIT DE MANTENIMIENTO: SI	Fuente: Drager.com		Realizar el AUTOTEST. Cuando se enciende el dispositivo, sale la opción de "INICIAR AUTOTEST". Observar que el proceso no falle. Si falla, reportar el fallo para que este sea evaluado por el personal