

**DESARROLLO DE APLICACIÓN PILOTO PARA ANÁLISIS COMPARATIVO EN LA  
ADQUISICIÓN DE NUEVA TECNOLOGÍA EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO MAYOR  
MÉDERI**

**Sergio Esteban Robles Herrera**

**Trabajo Dirigido**

**Tutor**

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



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C  
2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Richard y Lady les agradezco inmensamente por la paciencia y esfuerzo a lo largo de estos años que me permitieron alcanzar este gran logro. Además, agradecerles por los consejos, valores y enseñanzas inculcados desde muy pequeño que me han llevado a ser la persona que soy ahora. De manera especial agradecerle a mi hermana Paula Sofia por su cariño y apoyo incondicional y a mi compañera de carrera Laura Valentina por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera y principalmente a la hora de realizar este trabajo.

Gracias a todos los docentes de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad del Rosario, quienes han sido parte fundamental del proceso de aprendizaje. Quiero expresar mi agradecimiento al Hospital Universitario Méderi, por permitirme iniciar mi vida laboral como Ingeniero Biomédico, donde he aprendido muchas cosas que sé que me llevarán a ser un gran profesional. Y finalmente agradecer a la Ingeniera Nidia Patricia Córdoba, a mi tutor Pedro Antonio Aya, quienes fueron los principales colaboradores durante todo este proceso; y quienes con su dirección, conocimiento y enseñanza permitieron el desarrollo de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. OBJETIVOS .....	8
2.1. Objetivo general.....	8
2.2. Objetivos específicos .....	8
3. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Problema a solucionar .....	9
3.2. Fases del proyecto.....	11
3.2.1 Planificación .....	12
3.2.2 Diseño .....	12
3.2.3 Codificación.....	12
3.2.4 Pruebas.....	13
3.3 Software para el desarrollo de la herramienta .....	14
3.4 Cronograma de actividades. ....	14
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSIÓN .....	24
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	26
7. CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS .....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de adquisición de nueva tecnología.....	10
Figura 2. Modelo metodología XP.....	11
Figura 3. Diagrama de Gantt .....	14
Figura 4. Menú principal .....	15
Figura 5. Ventana de agregado de nuevos equipos.....	15
Figura 6. Selección del equipo a ingresar .....	16
Figura 7. Ventana de comparación de equipos.....	17
Figura 8. Cuadro comparativo de equipos. ....	18
Figura 9. Ventana de eliminación de equipos. ....	19
Figura 10. Respuesta a la primera pregunta de la encuesta máquina de anestesia.....	20
Figura 11. Respuesta a la segunda pregunta de la encuesta máquina de anestesia .....	20
Figura 12. Respuesta a la tercera pregunta de la encuesta máquina de anestesia.....	21
Figura 13. Respuesta a la cuarta pregunta de la encuesta máquina de anestesia.....	21
Figura 14. Respuesta a la quinta pregunta de la encuesta máquina de anestesia .....	22

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Diagrama de Gantt .....	30
Anexo 2. Cuadro comparativo de equipos .....	31
Anexo 3. Manual de usuario .....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

El Hospital Universitario Mayor (HUM), antiguamente conocido como la Clínica San Pedro Claver, y el Hospital Universitario de Barrios Unidos (HUBU), antiguamente conocido como la Clínica Misael Pastrana, son instituciones pertenecientes a la corporación hospitalaria Juan Ciudad desde hace más de 10 años, cuando 3 instituciones (la Caja de Compensación Familiar Compensar, el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios) se unieron para formar la marca Méderi, siempre en la búsqueda del bienestar y felicidad a través de innovación, conocimiento y humanización en el sector salud [1].

Los inicios de esta institución se remontan al año 1946, cuando se establecía como una organización pública que estaba encargada de la Seguridad Social, principalmente de los empleados del sector privado; y con el paso de los años, la institución ha evolucionado y modificado su estructura, pero siempre manteniendo sus principios y valores, y manteniendo su objetivo de crear un modelo de atención y de gestión en salud, centrado en el paciente y su familia. [1]

Méderi es un Hospital Universitario que tiene convenio con la Universidad del Rosario y otras instituciones de educación superior. Al ser un Hospital nivel 4, de alta complejidad, Méderi atiende todos los tipos de emergencias médicas en adultos, y presta una amplia variedad de servicios de salud, como atención ambulatoria, urgencias, cirugía, toma de muestras, laboratorio clínico y servicios de especialistas (neurología, neumología, reumatología, endocrinología, geriatría, dermatología, neuropsicología, nefrología) [2].

El departamento de ingeniería biomédica del Hospital Universitario Mayor lleva más de 10 años funcionando. Gracias a los conocimientos interdisciplinarios de los integrantes del departamento, este lleva a cabo diversas tareas entre las cuales destacan: llevar un control de los programas de capacitación de los equipos para el personal, realizar una evaluación de tecnología anualmente para generar un plan de inversión y, finalmente, llevar los planes de mantenimiento y calibración de los equipos biomédicos.

Un equipo biomédico es un dispositivo médico que por medio de sistemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos y, en algunos casos, con programas informáticos, es utilizado para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de seres humanos en caso de que lo requieran. [3]

Los equipos biomédicos poseen un periodo de tiempo durante el cual se pueden comercializar y utilizar; este lapso es conocido como la vida útil del equipo. Por esta razón, cuando los dispositivos médicos culminan dicho periodo, es necesario dar de baja al dispositivo y adquirir un equipo nuevo. Este es un proceso de gestión muy complejo para las instituciones de salud, pues hay muchos factores que se deben tener en cuenta en el momento de elegir un equipo que, además de suplir las necesidades del equipo anterior,

permita una mejora en la eficiencia y en la calidad de la prestación de los servicios. [4]

Para realizar estas comparaciones existen algunas herramientas digitales, por ejemplo, la página web de *Imaging Technology News (ITN)*, que presenta la posibilidad de comparar las características técnicas de diferentes equipos de imágenes diagnósticas. Esta, pese a ser uno de los más completos y funcionales ya que ha sido galardonada como finalista al premio Jesse H. al mejor contenido técnico, esta está limitada al área de las imágenes diagnósticas [5].

En lo corrido del año 2020, el departamento de ingeniería biomédica de Méderi ha realizado la gestión para la adquisición de diversas tecnologías, principalmente de equipos de imágenes diagnósticas entre los que se encuentran ecógrafos, equipos de rayos X portátiles, un resonador magnético, arcos en c, entre otros.

En promedio, para la selección de cada uno de estos equipos se ha empleado aproximadamente de 8 a 12 semanas. Durante este periodo se definen los requerimientos técnicos para el dispositivo en cuestión, se establece un presupuesto por parte de la institución o se utiliza un presupuesto previamente delimitado para el departamento; de esta manera, se obtienen las cotizaciones de diferentes proveedores, se estudian las ofertas, y se presenta la propuesta al comité de compras y a los directivos.

El periodo de tiempo que se utiliza para estudiar las propuestas por parte del departamento de ingeniería biomédica es de 3 semanas aproximadamente, sin embargo, este puede variar dependiendo de la cantidad de proveedores que se soliciten. Esto debido a que es necesario por parte del departamento de ingeniería biomédica, evaluar ciertos aspectos de las ofertas. Por ejemplo, verificar que el equipo cumpla con los requerimientos técnicos solicitados, analizar los posibles riesgos que pueda generar, validar la existencia de proveedores con la disponibilidad de recursos que requiera el dispositivo y, en conjunto con el departamento de proyectos, revisar la documentación necesaria que sustente los costos del equipo por los siguientes 10 años (instalación, mantenimientos, reparación, actualización y consumibles).

Para el departamento puede resultar desfavorable emplear dicha cantidad de tiempo en estos procesos, pues a pesar de ser una labor importante, se genera una disminución en la disponibilidad del personal y se puede llegar a utilizar el tiempo destinado a otras actividades, produciendo un decrecimiento en la efectividad de estas.

Partiendo de esta situación, el propósito de la herramienta planteada es presentar de manera ordenada y precisa las características técnicas de los equipos en evaluación. Esto con el fin de disminuir el tiempo que emplea el departamento en examinar una tecnología. Adicionalmente, con la herramienta se planea construir una base de datos con los equipos que existen actualmente en el mercado para, en un futuro, tener un punto de comparación.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar una herramienta en Excel que permita realizar una comparación cualitativa de equipos biomédicos, específicamente de Monitor de signos vitales y máquina de anestesia, en el proceso de adquisición de estos en el Hospital Universitario Mayor - Méderi.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Diseñar una herramienta que permita analizar de manera comparativa las características y parámetros de equipos biomédicos, durante el proceso de evaluación y adquisición de nueva tecnología.
- Elaborar una base de datos con la información pertinente de los equipos biomédicos determinados al estudio comparativo.
- Validar el funcionamiento de la herramienta mediante una encuesta al usuario (personal médico y biomédico), teniendo como base el tiempo de ejecución, los parámetros de comparación y la viabilidad de compra sobre la tecnología seleccionada.



### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Problema a solucionar.

En lo corrido del año, el departamento de ingeniería biomédica ha realizado la gestión para la adquisición de diversas tecnologías. Tal gestión implica algunos procesos que requieren una amplia cantidad de tiempo.

En promedio, para la selección de cada uno de estos equipos se ha empleado aproximadamente de 8 a 12 semanas. Durante este periodo de tiempo se definieron los requerimientos técnicos para el dispositivo en cuestión, se definió un presupuesto por parte de la institución o se utilizó un presupuesto previamente definido para el departamento. Por otra parte, se obtuvieron las cotizaciones de diferentes de proveedores, se estudiaron las propuestas disponibles y se presentó la propuesta al comité de compras y a los directivos.

La duración del proceso de estudiar las propuestas por parte del departamento de ingeniería biomédica es, en promedio, de 3 semanas. Sin embargo, este puede variar dependiendo de la cantidad de proveedores que se soliciten. Ya que es necesario por parte del departamento evaluar que el equipo cumpla con los requerimientos técnicos específicos solicitados a los proveedores, los posibles riesgos que pueda generar y posteriormente, en conjunto con el departamento de proyectos; se revisa la documentación necesaria que sustente los costos del equipo por los siguientes 10 años (instalación, mantenimientos, reparación, actualización y consumibles) y la existencia de proveedores para la disponibilidad de recursos que requiera el dispositivo.

Partiendo de esta situación, el propósito de la herramienta planteada es presentar de manera ordenada y precisa las características técnicas de los equipos en evaluación y así mismo dar una calificación a los equipos, esto con el fin de disminuir el tiempo que emplea el departamento en evaluar una tecnología. Adicionalmente con la herramienta se planea construir una base de datos con los equipos que existen actualmente en el mercado para en un futuro tener un punto de comparación.

#### **Proceso de adquisición de tecnología:**

Para realizar la adquisición de nueva tecnología biomédica en Méderi, se lleva a cabo un proceso de evaluación, descrito en el manual de compras establecido por la institución.[6] Este decreta que, dependiendo del costo del equipo, calculado en salarios mínimos legales vigentes (SMMLV), se ejecuta un método de compra diferente, de tal forma que, si el equipo cuesta:

- Menos de 10 SMMLV, se realiza una orden de compra por el equipo en cuestión al comité de compras, quien se encarga de realizar el proceso de compra.
- Más de 10 SMMLV, se elabora un contrato directamente con la empresa o proveedor para llevar a cabo la negociación.
- Más a 250 SMMLV, se lleva a cabo una invitación privada (licitación), en la que Méderi da a conocer públicamente la necesidad que presenta y los requerimientos que se tienen para la tecnología solicitada y busca ofertas. De esta forma, las empresas interesadas dan a conocer sus ofertas y, posteriormente, Méderi

las evalúa selecciona una de ellas, aquella que satisfaga completamente, o en su mayoría, los requerimientos planteados.

En el último caso, cuando la tecnología a adquirir es muy costosa y se procede a realizar una licitación, se realiza una evaluación más integral y extensa, comprendida por tres fases:

*Evaluación biomédica (40%):* Esta es la primera fase del proceso, en ésta se examinan todos los aspectos técnicos y operativos de los equipos a analizar. Es la fase más importante del proceso de evaluación y la que más peso tiene, pues se examina el funcionamiento y alcance del equipo con relación a las necesidades del hospital y los servicios. Debido a esto, si alguna de las ofertas no cumple con los requerimientos planteados, no se continúa el proceso con esa empresa.

*Evaluación financiera (20%):* En esta fase se realiza un análisis y valoración de las finanzas que entrarán a actuar en el proyecto de adquisición del equipo. De esta forma, se estudian los recursos con los que cuenta el hospital para destinar al proyecto, y así mismo, se establece un presupuesto. Cuando se procede a analizar las ofertas propuestas, después de la fase técnica, se evalúa estas concuerden con el presupuesto establecido, que el costo del equipo no lo supere, o, de ser así, que no lo haga en una grande medida. Adicionalmente, se estudian los métodos de pago que ofrecen las empresas participantes, así como la cantidad de cuotas si es que el pago no es de contado, las tazas de cambio y los impuestos.

*Evaluación económica (20%):* Luego de haber establecido el presupuesto, no solo se evalúa que los equipos ofertados tengan un precio concorde a este, sino que también se realiza una comparación costo-beneficio. Se examina el costo del equipo y de los accesorios que no vengán incluidos en la oferta, y se evalúa que dicho costo sea razonable según los servicios y aplicaciones que ofrezca la tecnología.

*Evaluación comercial (20%):* En esta etapa se observan los aspectos comerciales que se vean involucrados en la negociación, es decir, las ofertas o descuentos que presente el ofertante y qué puede brindar a diferencia de las demás empresas participantes, como accesorios o aplicaciones de software adicionales dentro de la misma cotización.

*Evaluación Jurídica:* En esta última fase evaluativa, se estudian los aspectos legales y jurídicos de las empresas ofertantes, detallando que estas no presenten inconvenientes relacionados a estas índoles y que tengan un expediente limpio. Esta fase no posee un valor porcentual y, por ende, no se pondera en la calificación final. Sin embargo, si se evidencia que alguna empresa ofertante presenta problemas jurídicos, esta se descarta de la evaluación y no se continúa con el proceso de negociación [5].

Dichas evaluaciones se realizan en el transcurso de todos los procesos llevados a cabo en el desarrollo de la adquisición, los cuales se realizan de forma sucesiva y ordenada, en la disposición mostrada en la figura 1.



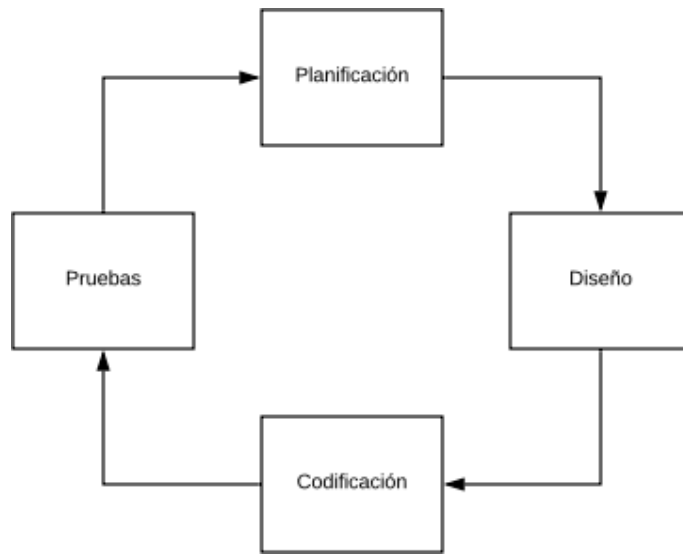
**Figura 1.** Proceso de adquisición de nueva tecnología [6]

Por otra parte, para estandarizar los cuadros comparativos, los cuales se diligencian con los datos extraídos de las evaluaciones, que se desarrollaron en la ejecución de este proyecto durante el proceso de evaluación para la adquisición de nueva tecnología, se utilizaron las cédulas de especificaciones técnicas de equipos médicos encontradas en la plataforma web de la organización mexicana CENETEC (Centro Nacional de Excelencia Tecnología en Salud), en estas se presenta información sobre las características técnicas mínimas necesarias de los equipos médicos. Estas cédulas, a pesar de no tener ningún carácter normativo o regulatorio, son de utilidad para tener un referente en el presente trabajo. Son de conocimiento público y están avalados por el gobierno mexicano. En adición, se realizó una comparación con los cuadros comparativos ya definidos por la institución.

En dicha plataforma, se encuentra una base de datos con las cédulas de especificaciones técnicas de equipos médicos, las cuales son documentos que presentan información sobre características técnicas mínimas necesarias de los equipos, y permiten conocer los nombres genéricos de los equipos y su definición. Cabe aclarar que las características encontradas en las cédulas se deben considerar solo como una referencia, debido a que las necesidades para los equipos varían dependiendo de cada institución. [7]

### **3.2 Fases del proyecto**

Debido a la corta duración del proyecto y la posibilidad de que se presenten requisitos imprecisos y cambiantes por las diferencias entre los equipos biomédicos a ser trabajados, se optó por utilizar la metodología de programación extrema (XP). Esta metodología se basa en la adaptabilidad, y en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo. La metodología XP tiene 4 fases y funciona de manera cíclica como se puede observar en la figura 2. Las fases de la metodología son: planificación, diseño, codificación y pruebas. Al finalizar la fase de pruebas se puede pasar directamente al lanzamiento del producto o volver a la fase de planificación y hacer los ajustes que se consideren pertinentes por el equipo de trabajo, ajustándose a las necesidades del cliente [8].



**Figura 2.** Modelo metodología XP [8]

### **3.2.1 Planificación**

En primera instancia, para proceder desarrollar la aplicación es importante conocer las herramientas con las que ya cuenta el hospital para realizar esta evaluación (cuadros comparativos, rubricas, entre otras). A partir de esto y en conjunto con el cliente se determinan las características a ser incorporadas en el programa. Esta fase de proyecto es la más flexible pues se delimitan unas especificaciones iniciales, pero debe existir la posibilidad de realizar cambios durante todo el desarrollo del proyecto, pues allí pueden surgir imprevistos que lleven a ejecutar dichas modificaciones.

### **3.2.2 Diseño**

En esta fase del proyecto se requiere un mayor trabajo en equipo, pues es esta la fase del proyecto donde se empiezan a plasmar las ideas del equipo, por esto, puede ser necesaria la creación de bocetos o bosquejos sobre la interfaz que tendrá el usuario para así tener un mayor entendimiento entre el equipo de trabajo. Adicionalmente, se debe llegar a un consenso acerca de la evaluación que se le dará a cada una de las características que se compararan en la herramienta.

En esta etapa se realizó un breve diseño de cómo se distribuirá la información y los parámetros de cada equipo, de forma que para el usuario resulte visualmente sencillo realizar la comparación de los parámetros de los equipos a analizar, observando claramente las diferencias entre cada equipo y destacándolas fácilmente.

### **3.2.3 Codificación**

Esta es la fase más extensa del proyecto, pues es la que más trabajo conlleva y, para llevarla a cabo, se debe tener claridad en todos los aspectos a ser incluidos en la herramienta, esto para garantizarle al cliente un producto de calidad. En este punto es cuando se integran todas las partes del proyecto para que este funcione de manera correcta. Adicionalmente en esta fase se debe alimentar la base de datos para posteriormente poder hacer las pruebas pertinentes a la herramienta.

El código realizado se dividió en tres secciones, pues la aplicación consta de tres grandes partes, los formularios que diligencia el usuario, el cuadro comparativo en el que se analizan los equipos y la base de datos de la cual este se alimenta, la cual almacena cada parámetro de cada equipo.

Para realizar los formularios se optó por seccionar la información del equipo, es decir, se dividieron las características de los equipos en: características físicas, características generales, especificaciones técnicas, accesorios que utiliza el equipo, sistema de alarmas, entre otras.

Dependiendo de la información que se solicita del equipo en el formulario se utilizaron: cuadros de texto donde el usuario digita un valor o una característica específica del equipo en estudio, menús desplegables donde se presentan diversas opciones a elegir para diligenciar el formulario y preguntas de sí o no. Se priorizó el uso de preguntas de Sí o No para mantener un estándar en la información que se guarda de los equipos y que de esta manera al presentar la comparación esta se vea uniforme y precisa.

Por otra parte, para realizar el cuadro comparativo, se usó el mismo seccionamiento

de la información del equipo utilizado en los formularios, de esta manera el usuario visualiza la información de los equipos de manera ordenada y precisa, además que de ser necesario el usuario puede centrarse en solo un conjunto de características al momento de realizar la comparación.

Finalmente, para crear la base de datos se utilizó la misma forma de seccionar las características de los equipos, esta información se guardó en hojas de Excel del mismo archivo, pero se dejaron ocultas al usuario final, ya que todo lo que maneja el usuario se realiza desde la interfaz desarrollada. Esta base de datos se dejó a disposición del usuario para agregar nueva información siempre que el usuario desee expandir el alcance del aplicativo, agregando nuevos datos de los equipos ya existentes o agregando información de nuevos equipos.

### **3.2.4 Pruebas**

Finalmente, para probar el correcto funcionamiento, se procede a realizar distintas comparaciones entre los equipos agregados en la fase anterior del proyecto. Estas pruebas deben ser realizadas tanto por el programador, como por el cliente con el fin de validar que el resultado obtenido sea el esperado. En caso de que esto suceda, ya se puede dar por concluido el proyecto y en el caso de que no, se puede volver a la fase de planificación a introducir las modificaciones convenientes para el proyecto.

Adicionalmente, como método de verificación, se realizó una encuesta de satisfacción a los usuarios de la aplicación, y una encuesta a algunos profesionales de la salud (que utilicen la máquina de anestesia y el monitor multiparámetros en su labor) para validar, el correcto funcionamiento de la herramienta, el cumplimiento de su objetivo, y que en esta se hayan tenido en cuenta todos los aspectos necesarios para realizar el proceso de adquisición de nuevas tecnologías.

- Encuesta de verificación de criterios: esta encuesta se enfocó directamente al personal asistencial que utiliza los equipos que se van a trabajar durante el desarrollo de la aplicación. Las preguntas realizadas constan de dos partes, una de respuesta “Si” o “No”, y una de respuesta abierta. El objetivo de esta encuesta es analizar si los criterios que se tomaron en cuenta para la comparación de cada equipo son los necesarios y suficientes, o si, por el contrario, hace falta algún parámetro. De esta forma, los profesionales de la salud, expertos en el uso de los equipos a analizar, pueden sugerir nuevos criterios que no se hayan tenido en cuenta, en caso de que así lo piensen. Con las respuestas obtenidas se pretende complementar la base de datos de la aplicación, y lograr tener en cuenta los aspectos más importantes y usuales.
- Encuesta de satisfacción al usuario: Esta encuesta fue desarrollada para ser dirigida a los usuarios de la aplicación, específicamente al personal biomédico. Se busca con esta, validar el correcto funcionamiento de la aplicación, la satisfacción del usuario hacia esta y el nivel de utilidad que esta pueda tener. Las preguntas se realizaron con respuesta de tipo escala lineal, midiendo el nivel de aceptación según la pregunta realizada. Se estableció una escala del 1 al 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

### 3.3 Software para el desarrollo de la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se optó por utilizar Microsoft Excel, más específicamente el lenguaje de programación *visual basic for applications*, ya que esta herramienta ya es manejada por todo el personal del departamento de ingeniería biomédica y porque los computadores que se utilizan en el hospital poseen diversas restricciones en cuanto a la instalación de aplicaciones externas.

### 3.4 Cronograma de actividades

Tras determinar las fases del proyecto y con el fin de garantizar el correcto desarrollo de éste, se procedió a realizar un cronograma con las actividades a realizar. A continuación, se presenta la versión resumida del diagrama de Gantt donde se pueden apreciar dichas actividades figura 3 (El diagrama de Gantt completo se encuentra en el anexo 1).

**TABLA I**  
**DIAGRAMA DE GANTT SEMANAL**

Tareas	Agosto			Septiembre				Octubre			Noviembre		Diciembre				
	3-14	15-19	20-23	24-28	28-3	4-10	11-19	20-28	29-9	10-22	23-31	1-10	11-21	19-19	2-6	7	
Definir la necesidad	█																
Definir los objetivos		█															
Presentar la propuesta			█														
Determinar las especificaciones				█													
Diseñar la interfaz					█												
Primera entrega						█											
Determinar las calificaciones							█										
Unificar los sistemas								█									
Alimentar la base de datos									█								
Probar el funcionamiento										█							
Segunda entrega											█						
Ajustar detalles												█					
Validar resultados													█				
Entrega final															█		
Correcciones																█	
Sustentación																	█

**Figura 3. Diagrama de Gantt**

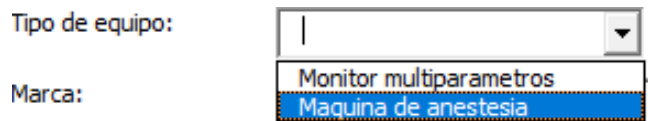
## 1. RESULTADOS

En primer lugar, se realizó una interfaz gráfica para mostrar el menú principal de la aplicación, donde el usuario debe seleccionar una de las tres opciones disponibles: agregar equipo, comparar equipos o eliminar equipo; como se muestra en la figura 3.



**Figura 4.** Menú principal.

La primera opción le permite al usuario agregar un nuevo equipo, es decir, un equipo de otra marca, modelo o referencia diferente a los que ya se encuentran agregados en la base de datos. Esto solo para máquinas de anestesia y monitores multiparámetros, debido a que el alcance actual del proyecto solo incluye estos dos equipos. Como se muestra en la figura 4, al ingresar el tipo de equipo, solo se presentan estas 2 opciones.



**Figura 5.** Selección del equipo a ingresar.

Al accionar el botón correspondiente a esta opción, se abre una nueva ventana (figura 6) donde se encuentran características y aspectos que el usuario debe ingresar, correspondientes al equipo que desee agregar.



Formulario (1/6) X

  
**Características generales:**

Tipo de equipo:

Marca:

Modelo:

Proveedor:

Clasificación por riesgo:

Precio: (USD)

Vida útil (Años):

Garantía (Años):

**Características Físicas:**

Alto (mm):

Ancho (mm):

Profundo (mm):

Peso (Kg):

**Figura 6.** Ventana de agregado de nuevos equipos.

Como se puede observar en la figura 5, esta sección de agregado de nuevos equipos se conforma por un formulario dividido en 6 secciones, y compuesto de preguntas de opción desplegable y de casillas en blanco. De esta manera, cada vez que el usuario termine una sección, debe oprimir el botón de continuar, así hasta finalizar todas las secciones. Una vez el usuario finalice el formulario, toda la información del nuevo equipo quedara almacenada en la base de datos de la aplicación.

Continuando con la siguiente herramienta de la aplicación, y la de mayor peso para el proyecto, se encuentra la opción de comparar equipos. En esta, para realizar esta operación, el usuario primero debe escoger los equipos que desea comparar en la ventana emergente, tal como se muestra en la figura 7.

En esa ventana, el usuario debe seleccionar el tipo de equipo del que desea realizar la comparación, nuevamente, para este proyecto solo están disponibles el monitor multiparámetros y la máquina de anestesia.



**Figura 7.** Ventana de comparación de equipos.

Una vez se ha escogido el tipo de equipo, se procede a elegir los modelos o marcas que se desean comparar dentro de las posibilidades que se encuentren en la base de datos. Para esto, el usuario debe seleccionar mínimo 2 equipos. De lo contrario, la aplicación arrojará un mensaje de error, pues con un solo equipo no se puede realizar la comparación. Luego de seleccionar cada equipo que desea comparar, el usuario debe dar click en el botón de agregar equipo.

Una vez se han agregado todos los equipos que se desean comparar, se procede a oprimir el botón de continuar, y así, se abre una nueva hoja de Excel, con un cuadro donde se exponen todas las características a evaluar del equipo, así como los valores cualitativos y cuantitativos de cada equipo correspondientes a dichas características. En la figura 7 se muestra una sección una tabla comparativa resultante para 3 equipos aleatorios, en este caso, monitor multiparámetros. Como se puede observar, las características que se examinan se presentan en la parte izquierda de la tabla, y los diferentes valores que varían en cada equipo, en la derecha. En la sección de anexos se muestra esta tabla de manera completa (anexo 2).

Tipo de equipo:	Monitor multiparametros	Monitor multiparametros	Monitor multiparametros
<b>Características generales</b>			
Marca:	Nihon Kohden	Philips	Nihon Kohden
Modelo:	PVM-2701	CM120	Life Scope G5
Proveedor:	amarey	Gbarco	amarey
Riesgo:	Clase IIB	Clase IIB	Clase IIB
Precio (USD):	2350	2850	8950
Vida Util: (Años)	8	8	10
Garantía :(Años)	2	2	2
<b>Características físicas</b>			
Alto: (mm)	126	126	234
Ancho: (mm)	167	167	187
Profundo: (mm)	123	123	78
Peso: (Kg)	56	5,6	9,8
<b>Especificaciones técnicas</b>			
Tipo de paciente:	Neonatal	Neonatal	Neonatal
Tamaño de pantalla: (Pulgadas)	13	13	13
Conexión a red de monitoreo:	Si	Si	Si
Salida analógica de ECG:	Si	Si	Si
Protección contra descargas desfibrilador:	Si	Si	Si
Detección marcapasos:	Si	Si	Si
Toma de presión: (Manual y automática)	Si	Si	Si
Tendencias gráficas y numericas: (Horas)	42	42	42
Duración de la batería: (Minutos)	120	120	120
Cargador interconstruido:	Si	Si	Si
Interoperabilidad:	Si	Si	Si
Principio de operación:	Modular	Modular	Modular
<b>Despliegue de curvas</b>			
Curvas en simultaneo:	7	7	7
ECG:	Si	Si	Si
Curvas ECG en simultaneo:	2	2	2
Análisis del segmento ST:	Si	Si	Si
Cantidad de derivaciones:	6	6	6
Pletismografía:	Si	Si	Si
Respiración:	Si	Si	Si

**Figura 8.** Cuadro comparativo de equipos.

En la ventana de comparación de equipos (figura 7) también se cuenta con un botón para regresar al menú principal, en caso de que así lo desee el usuario.

Finalmente, la última opción del menú principal es la de eliminar equipo. Esta acción permite retirar la información de un equipo de la base de datos del aplicativo. Al ingresar a esta opción, se genera una nueva ventana como la mostrada en la figura 9 donde el usuario escoge el equipo que desea eliminar (entre máquina de anestesia y monitor multiparámetros), luego el modelo específico y seguidamente, oprime el botón de eliminar equipo.



**Figura 9.** Ventana de eliminación de equipos.

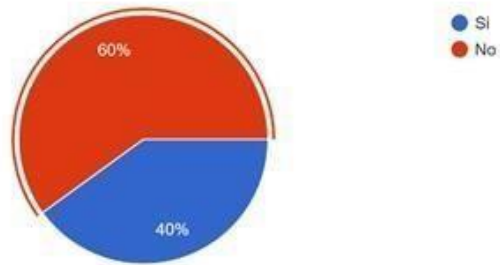
## Encuestas

Antes de implementar la aplicación en Méderi, se realizó una serie de preguntas mediante una encuesta, a personal asistencial, específicamente a anestesiólogos y enfermeros, para máquinas de anestesia y monitores multiparámetros, respectivamente. Las preguntas realizadas estaban relacionadas a cada aspecto tenido en cuenta para ambos equipos, cuestionando a los profesionales si, para ellos, se tuvieron en cuenta todas las características necesarias para poder realizar el proceso de evaluación en la adquisición de nueva tecnología, para cada aspecto. Esto con el fin de verificar que la información a tener en cuenta para cada equipo sea la pertinente, y que no hagan falta características relevantes.

Para el caso de la encuesta sobre la máquina de anestesia cada pregunta hizo referencia a un grupo de características que se tuvieron en cuenta al hacer la comparación, entre estos grupos encontramos: circuito de paciente, modos de ventilación, medición de agentes anestésicos, sistema de alarmas, gabinete y ajuste de parámetros. A continuación, se muestran las respuestas obtenidas en la encuesta de máquina de anestesia donde cada pregunta representa un grupo evaluado.

Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?

5 responses



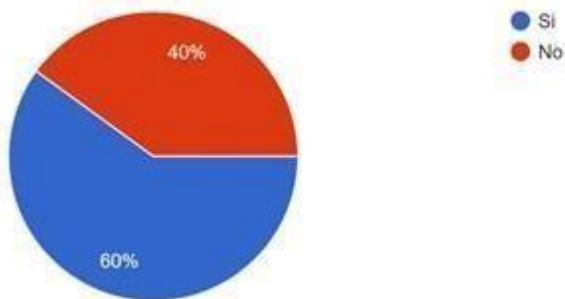
Especifique que aspectos no se tuvieron en cuenta:

- Mantenimiento de las válvulas
- Concertina
- Sistema de evacuación

**Figura 10.** Respuesta a la primera pregunta de la encuesta máquina de anestesia.

Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?

5 responses



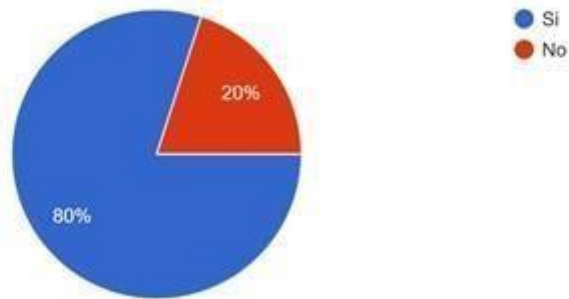
Especifique que aspectos no se tuvieron en cuenta:

- Controlar el flujo halogenado y modos pediátricos
- Vcp vg.

**Figura 11.** Respuesta a la segunda pregunta de la encuesta máquina de anestesia

Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?

5 responses



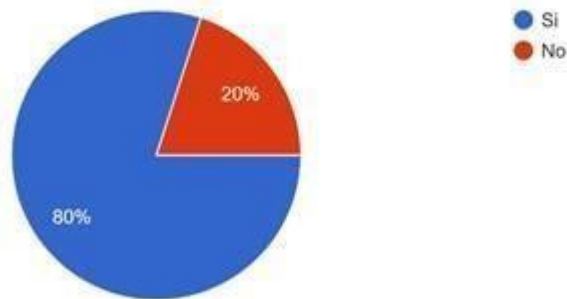
Especifique que aspectos no se tuvieron en cuenta:

- Sistemas de vaporización con cassette o sin ella para el control del halogenado

**Figura 12.** Respuesta a la tercera pregunta de la encuesta máquina de anestesia

Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?

5 responses



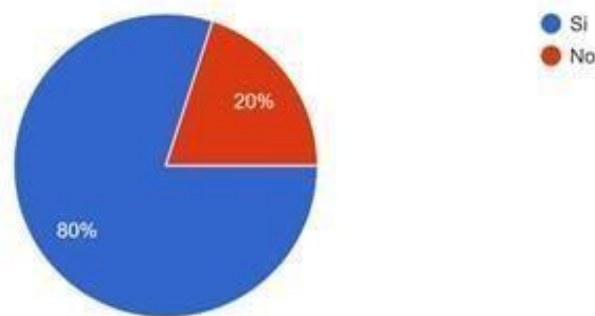
Especifique que aspectos no se tuvieron en cuenta:

- Sensores de flujo hipóxico

**Figura 13.** Respuesta a la cuarta pregunta de la encuesta máquina de anestesia

Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?

5 respuestas



Especifique que aspectos no se tuvieron en cuenta:

- Batería mínima de 6 horas

**Figura 14.** Respuesta a la quinta pregunta de la encuesta máquina de anestesia

Teniendo en cuenta las respuestas obtenidas, se procedió a añadir a la base de datos del aplicativo las características sugeridas por los profesionales de la salud, que hacían falta en la misma.

Por otra parte, para la encuesta de Monitor multiparámetros, todas las respuestas fueron asertivas, es decir, ninguno de los encuestados creyó que hicieran falta características, para cada una de las preguntas “¿Considera que se tuvieron en cuenta todos los aspectos necesarios para evaluar a la hora de adquirir un nuevo equipo?”, todas las respuestas fueron “Sí”. Por tal motivo, en la base de datos para este equipo no se realizó ninguna modificación.

Finalmente, luego de implementar la aplicación en la clínica, y de colocarla a disposición del personal biomédico, se realizó una encuesta de satisfacción al usuario en la que se evaluó el nivel de aceptación para las siguientes afirmaciones:

1. Creo que esta aplicación es útil.
2. Usaría esta aplicación con frecuencia
3. La aplicación cumple con el objetivo propuesto
4. La interfaz de la herramienta es sencilla e intuitiva
5. La aplicación es una solución a la problemática establecida
6. La aplicación presenta la información de forma clara y organizada
7. La aplicación es compleja de utilizar
8. Puedo llegar a necesitar soporte técnico para poder utilizar esta aplicación
9. En comparación al método utilizado actualmente, la herramienta digital permite realizar el proceso de manera más rápida
10. En comparación al método utilizado actualmente, la herramienta digital permite realizar el proceso de manera más sencilla

A continuación, se presenta una tabla en la que se indica la cantidad de respuestas a cada afirmación.

Tabla 1  
Resultados de la encuesta de satisfacción

Descripción	Número de personas				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Creo que esta aplicación es útil.					6
2. Usaría esta aplicación con frecuencia				1	5
3. La aplicación cumple con el objetivo propuesto			1	1	4
4. La interfaz de la herramienta es sencilla e intuitiva			1		5
5. La aplicación es una solución a la problemática establecida			1		5
6. La aplicación presenta la información de forma clara y organizada				2	4
7. La aplicación es compleja de utilizar	4		1		1
8. Puedo llegar a necesitar soporte técnico para poder utilizar esta aplicación	1		1	3	1
9. En comparación al método utilizado actualmente, la herramienta digital permite realizar el proceso de manera más rápida					6
10. En comparación al método utilizado actualmente, la herramienta digital permite realizar el proceso de manera más sencilla				1	5
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>42</b>



## 5. DISCUSIÓN

La aplicación desarrollada para el presente proyecto busca proporcionar una ayuda en los procesos de evaluación de equipos para la adquisición de nueva tecnología. Para esto, la herramienta proporciona una base de datos donde se almacena la información relevante en los procesos de comparación. Esta información puede ser tanto agregada como eliminada por el usuario, según sus necesidades.

Con la información almacenada, la aplicación realiza una comparación cualitativa de los equipos seleccionados por el usuario, mediante una tabla previamente establecida, donde se organizan las características a evaluar. Cabe aclarar que la comparación se puede realizar con varios modelos o referencias de la misma marca.

Esta herramienta es una aplicación piloto, por lo que se implementará en Méderi con una pequeña cantidad de datos ingresada. Específicamente, solo máquinas de anestesia y monitores multiparámetros, 4 modelos diferentes para cada uno. Esto debido a que la herramienta permite realizar una comparación inicial rápida, como evaluación preliminar en el proceso de adquisición de nueva tecnología. Esto debido a que, al realizar la evaluación y comparación de equipos, se realiza una examinación más exhaustiva, y se tienen en cuenta otros aspectos (financieros, económicos, comerciales y jurídicos). Sin embargo, esta aplicación se realizó con el fin de reducir tiempo y facilitar el proceso de comparación, funcionando como una guía rápida de comparación. De esta forma, el usuario tiene la facilidad de realizar una comparación inicial con numerosos equipos, para escoger aquellos equipos más aptos para las necesidades del servicio específico de la institución, los cuales entrarán a una evaluación y comparación más rigurosa.

La reducción de tiempo en los procesos de adquisición de nuevas tecnologías puede significar un aumento de eficacia y rendimiento en los mismos. Adicionalmente, puede generar un crecimiento, de igual manera, en otros procesos y tareas pertenecientes al personal biomédico, pues esto proporciona una mayor disponibilidad del mismo, lo cual afecta positivamente y de forma directa a la institución.

Al consultar con el personal biomédico sobre el nivel de satisfacción relacionado a la aplicación, mediante una encuesta de usuario, se observaron buenos resultados. Con las respuestas obtenidas, se puede decir que en cuanto a dar una solución a la problemática planteada, la aplicación tuvo un resultado favorable. En cuanto a utilidad, frecuencia de uso, sencillez y rapidez, la aplicación cumple con las expectativas, según los usuarios.

A pesar de haber obtenido respuestas positivas por parte de los usuarios, los datos obtenidos no son concluyentes, debido a que la muestra estudiada es muy pequeña, en este caso, 6 personas. Para obtener datos significativos, la muestra debe ser de al menos 10 encuestados [9], con la que se podría dar una estimación real de la usabilidad de la aplicación. Sin embargo, para este proyecto no es posible tener una muestra más grande, debido a la pequeña cantidad de personal perteneciente al área de ingeniería biomédica de Méderi.

En el hospital de Méderi, a finales del presente año, se comenzará un proceso de licitación para la compra de 30 monitores multiparámetros, los cuales se planean adquirir en el año 2021. Para tal proceso, el personal biomédico utilizará la herramienta digital aquí expuesta para facilitarlos, sin embargo, por los tiempos establecidos previamente para la ejecución del presente proyecto, no se podrá mostrar el desempeño de la aplicación y los resultados obtenidos luego de terminar con el proceso de licitación y la posterior compra de dichos equipos.

## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Luego de implementar la herramienta desarrollada, se pudo observar que, a pesar de que se cumplieron los objetivos propuestos para el proyecto, esta aún tiene campos por explorar, así como trabajo por realizar. Esto se debe a que, en un hospital de alto nivel de complejidad, como lo es Méderi, se tiene una gran variedad de equipos biomédicos en existencia. Con una amplia cantidad de equipos es necesario, como se ha explicado anteriormente, llevar a cabo comparaciones a la hora de llevar a cabo procesos de adquisición y reposición de tecnologías biomédicas.

Debido a esto, y a partir de los resultados obtenidos, se determinó que la aplicación es de gran utilidad para el personal de ingeniería biomédica en tales procesos, sin embargo, para poder obtener la mayor utilidad de la aplicación se recomienda realizar una constante ampliación del alcance de la misma, agregando información de los equipos que no se encuentren en la base de datos creada, y llenando los formularios correspondientes a los diferentes equipos que se manejan en el hospital.

El cargue de información de nuevos equipos puede ser para nuevas referencias, modelos o marcas de los equipos ya existentes en la base de datos, o puede ser para otro tipo de equipos que no esté presente en ésta. Para el primer caso, la aplicación tiene una opción que permite agregar la información. Para el segundo caso, se debe realizar una modificación en el código y la estructura de la aplicación.

Así, para lograr dar continuidad al proyecto, se entrega un manual de usuario mostrado en el anexo 3, junto con la herramienta que permita al personal de ingeniería biomédica tener el conocimiento acerca de cómo ampliar la información almacenada en ésta, para también aumentar su utilidad, agregando nuevos equipos del mismo tipo de los que ya están ingresados en la aplicación. Adicionalmente para entrenamiento del personal, en los meses restantes para que culmine el trabajo de pasantía, se llevara a cabo una capacitación en la que se explicará de manera detallada cómo agregar nuevos tipos de equipos (diferentes a los que ya existen en la base de datos). Para este tipo de agregado de información no se realizará un manual, esto debido a que, por los tiempos establecidos para la presentación de este proyecto, no se logró efectuar.

El personal no solo puede agregar a la base de datos información de equipos que se vayan a adquirir, sino que también puede agregar datos sobre los equipos que actualmente ya existen en la institución, esto con el fin de tener otro punto de comparación a la hora de realizar la evaluación de equipos nuevos.

Por último, se recomienda también continuar realizando encuestas sobre las preferencias del personal de salud acerca de los equipos que se van a adquirir, observando si los parámetros tenidos en cuenta son los pertinentes, ya que a partir de este factor también se pueden tomar decisiones.

## 7. CONCLUSIONES

La comparación de equipos biomédicos a la hora de adquirir una nueva tecnología es un proceso muy importante que cualquier institución prestadora de salud debe realizar con frecuencia, sin embargo, este es un proceso que puede requerir una alta demanda de tiempo y recursos.

Teniendo esto en cuenta, para el presente proyecto se diseñó una aplicación en Excel que permite realizar una comparación cualitativa durante el proceso de adquisición de equipos biomédicos en el Hospital Universitario Mayor de Méderi. Debido al limitante del tiempo establecido para la realización de la herramienta, en esta únicamente se ingresó información para dos equipos biomédicos: Monitor de signos vitales y Máquina de anestesia para tal comparación.

La aplicación se diseñó con una serie de formularios que el usuario debe diligenciar dependiendo de los equipos que desee comparar, escogiendo no solo el tipo de equipo, sino marcas y modelos diferentes dentro de cada tipo de equipo. Luego de que el usuario escoge las opciones según sus necesidades, se genera un cuadro comparativo en un archivo de Excel que le permite al personal analizar las características y parámetros de los equipos seleccionados, para posteriormente compararlos de una manera clara y sencilla, y así, mejorar y acelerar los procesos de evaluación durante la adquisición de nueva tecnología.

Adicionalmente, se elaboró una base de datos dentro de la aplicación que almacena la información pertinente de los equipos biomédicos que se someterán al estudio comparativo. Ésta está diseñada para ser ampliada con la información de nuevos equipos que no estén ingresados. Tal información se añade mediante un formulario creado para esta tarea.

Se logró construir una base de datos con la información de algunos de los monitores multiparámetros que actualmente se encuentran funcionando en el hospital, y los cuales se utilizarán como un punto de partida a la hora de evaluar nuevas tecnologías.

Finalmente, se realizaron dos encuestas como método de validación. La primera estaba enfocada al personal asistencias que utilizara los equipos trabajados, y buscaba averiguar si la información ingresada a la herramienta como criterios de comparación, era suficiente, o si, por el contrario, había criterios que no se tuvieron en cuenta, para así agregarlos a la base de datos. La segunda se realizó con el fin de verificar el correcto funcionamiento de la herramienta y que se cumplieran los objetivos planteados, cuestionando el tiempo de ejecución su la utilidad. Esta fue realizada a los principales usuarios del aplicativo, es decir, al personal biomédico.

## Referencias

- [1] «Nuestra historia | Méderi». <https://www.mederi.com.co/sobrenosotros/historia> (accedido ago. 30, 2020).
- [2] «En Méderi somos | Méderi». <https://www.mederi.com.co/sobre-nosotros/en-mederi-somos> (accedido nov. 17, 2020).
- [3] «d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274.pdf». Accedido: ago. 30, 2020. [En línea].  
Disponble en:  
[https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc\\_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274](https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274).
- [4] T. M. Velásquez, «Ingeniería Clínica para no ingenieros: adquisición de equipos médicos», *Rev. Ing. Bioméd.*, p. 8.
- [5] «About Us», *Imaging Technology News*, jul. 24, 2015.  
<https://www.itnonline.com/about-us> (accedido sep. 04, 2020).
- [6] Logística y suministros, «Manual de compras Méderi», sep. 24, 2020.
- [7] «www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/biomedica/cet.html». Accedido: oct. 22, 2020. [En línea].  
Disponble en:  
<http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/biomedica/cet.html>.
- [8] P. Sisternas, «¿Cómo funciona la metodología Extreme Programming XP?», *Emprende Pyme*, may 30, 2019.  
<https://www.emprendepyme.net/como-funciona-la-metodologia-extreme-programming-xp.html> (accedido ago. 30, 2020).
- [9] M. Schrepp, A. Hinderks, y J. Thomaschewski, «Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in Different Evaluation Scenarios», en *Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience*, Cham, 2014, pp. 383-392, doi: 10.1007/978-3-319-07668-3\_37.

# Anexos

## Anexo 1

Tareas	Fecha de inicio	Fecha final	Días	Estado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
<b>Pre-requisitos</b>																																								
Definir la necesidad	3 ago	14 ago	11	Completado																																				
Definir los objetivos	15 ago	19 ago	4	Completado																																				
Presentar la propuesta al comité PITDR	20 ago	20 ago	1	En progreso																																				
<b>Inicio</b>																																								
Definir mejor la arquitectura a ser comparadas	21 ago	23 ago	2	Sin empezar																																				
Clarificar el requerimiento	24 ago	28 ago	4	Sin empezar																																				
Establecer el alcance	28 ago	3 ago	1	Sin empezar																																				
Primera entrega	4 sep	4 sep	1	Sin empezar																																				
<b>Desarrollo</b>																																								
Definir mejor la arquitectura	5 sep	10 sep	5	Sin empezar																																				
Validar los requisitos	11 sep	18 sep	7	Sin empezar																																				
Alimentar la base de datos	20 sep	28 sep	8	Sin empezar																																				
Probar el funcionamiento	29 sep	9 oct	10	Sin empezar																																				
Elaborar el escrito	10 oct	22 oct	12	Sin empezar																																				
Segunda entrega	23 oct	23 oct	1	Sin empezar																																				
<b>Finalización</b>																																								
Ajustar de fechas	24 oct	31 oct	7	Sin empezar																																				
Validar resultados	1 nov	10 nov	9	Sin empezar																																				
Finalizar el escrito	11 nov	23 nov	12	Sin empezar																																				
Entrega Final				Sin empezar																																				
Correcciones	2 dic	6 dic	4	Sin empezar																																				
<b>Sustentación</b>																																								
	7 dic	7 dic																																						

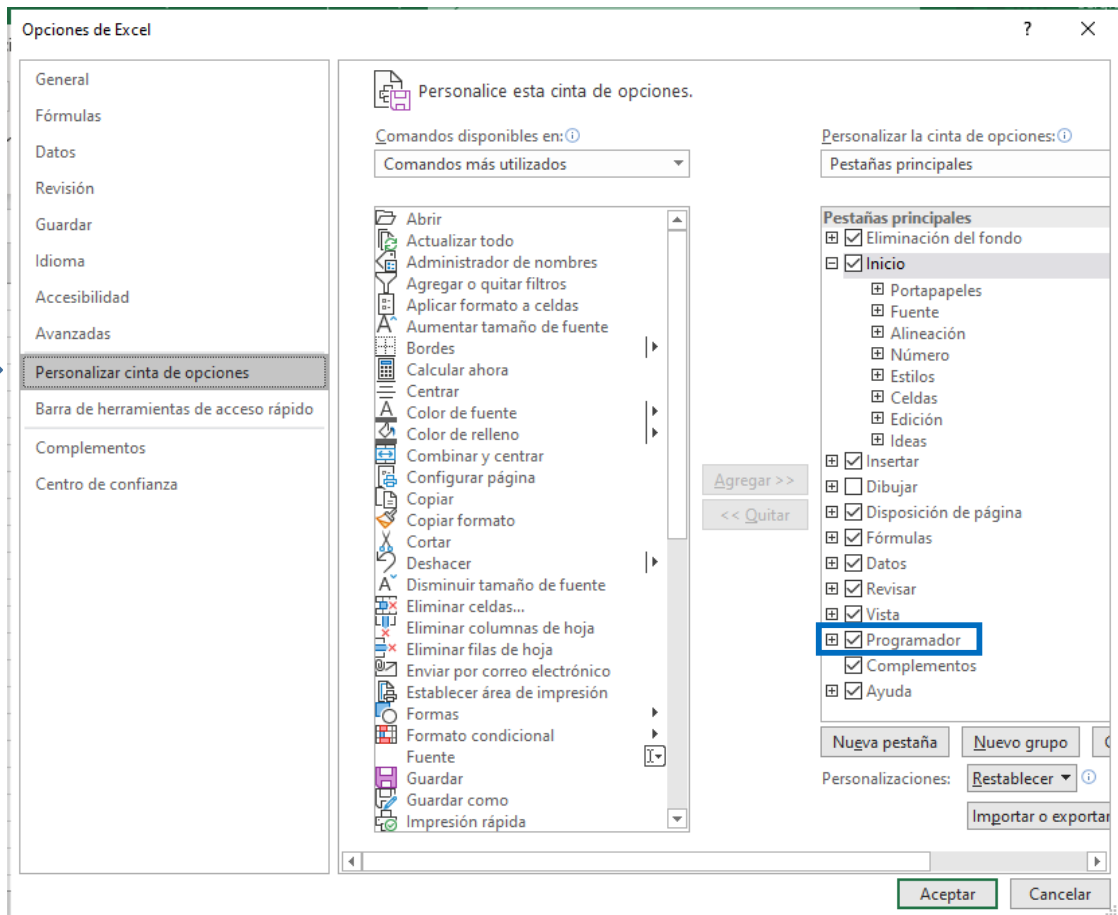
## Anexo 2

Tipo de equipo:	Monitor multiparametros	Monitor multiparametros	Monitor multiparametros
Marca:	Nihon Kohden	GE Healthcare	Nihon kohden
Modelo:	PVM-2701	B125	vismo
Proveedor:	Amarey-Novatécnica	G-Barco	amarey
Riesgo:	Clase IIA	Clase IIA	Clase IIA
Precio (USD):	4046	3865	3560
Vida Útil: (Años)	8	8	2
Garantía : (Años)	2	2	2
Alto: (mm)	345	280	405
Ancho: (mm)	300	317	252
Profundo: (mm)	205	150	245
Peso: (Kg)	6,5	4,3	6,8
Tipo de paciente:	Adulto, Pediátrico y Neonatal	Adulto, Pediátrico y Neonatal	Adulto y Neonatal
Tamaño de pantalla: (Pulgadas)	12,1	12,1	12
Conexión a red de monitoreo:	Si	Si	Si
Salida analógica de ECG:	Si	Si	Si
Protección contra descargas desfibrilador:	Si	Si	Si
Detección marcapasos:	Si	Si	Si
Toma de presión: (Manual y automática)	Si	Si	Si
Tendencias gráficas y numéricas: (Horas)	168	168	45
Duración de la batería: (Minutos)	180	180	180
Cargador interconstruido:	No	No	Si
Interoperabilidad:	Si Conectividad: hi7	Si Conectividad: hi7	Si Conectividad: hi7
Principio de operación:	Preconfigurado	Modular	Modular
Curvas en simultaneo:	6	6	5
ECG:	Si	Si	Si
Curvas ECG en simultaneo:	2	2	4
Análisis del segmento ST:	Si	Si	Si
Cantidad de derivaciones:	7	7	5
Pletismografía:	Si	Si	Si
Respiración:	Si	Si	Si
Sensado de pacientes en movimiento:	Si	Si	Si
Otro:			
Frecuencia cardíaca:	Si	Si	Si
Frecuencia respiratoria:	Si	Si	Si
Saturación de oxígeno:	Si	Si	Si
Presión no invasiva: (Diastólica, sistólica, media)	Si	Si	Si
Temperatura:	Si	Si	Si
Otro:	6	6	12
Canales para IBP:	2	2	2
Visualización simultanea:	Si	Si	Si
Despliegue numérico: (Diastólica, sistólica, media)	Si	Si	Si
Etiquetado de sitio de medición de presiones:	Si, por : Mainstream	Si, por : Mainstream	Si, por : Sidestream
Capnografía:	No	No	Si
Curva y valores numéricos: (Inspirado y espirado)	No	No	Si
Gasto cardíaco:	No	No	No
Frecuencia cardíaca:	Si	Si	Si
Apnea:	Si	Si	Si
Arritmia:	Si	Si	Si
Accesorio mal conectado o desconectado:	Si	Si	Si
Nivel bajo de batería:	Si	Si	Si
Red eléctrica desconectada:	Si	Si	Si
Otro:	6	6	12
Posibilidad de silenciar alarmas:	Si	Si	Si
Indicador del estado de funcionamiento :	Si	Si	Si
Interfaces, menús y mensajes en español:	Si	Si	Si
Manejo amigable para el personal asistencial:	Si	Si	Si
Nivel de criticidad:	Si	Si	Si
Cable y sensor adulto/pediátrico tipo d'edal, reutilizable para pulsioximetría :	Si	Si	Si
Sensor reusable de temperatura (de piel o superficie) por cada canal:	Si	Si	Si
Cable y latiguillos ECG:	Si	Si	Si
Brazalete reutilizable para la presión no invasiva:	Si	Si	Si
Sensor de presión invasiva para cada canal disponible:	Si	Si	Si
Accesorios capnografía:	a	a	
Otro:			
Años de producción del modelo ofertado a la fecha:	3	3	7
Registro invima:	Si Numero: 2018BD-123445	Si Numero: 2016BD-123445	Si Numero: 2014BD-123445
Certificado de eventos, alertas e incidentes:	Si	Si	Si numero: 565656
Desarrollo tecnológico característico:	Algoritmo de análisis de arritmias, flexibilidad modular	Paquete completo para mediciones neonatales	Algoritmo de análisis de arritmias

# MANUAL DE USUARIO

Antes de abrir la aplicación para comparación de equipos biomédicos, debe verificar que la opción de Desarrollador o Programador en la barra de menú de Excel este habilitada. En caso de no estarlo, usted debe:

- 1 Ir a Archivo
- 2 Seleccionar Opciones
- 3 Seleccionar Personalizar cinta de opciones
- 4 Se muestran las opciones del Excel utilizadas usualmente, seleccionar la casilla programador o desarrollador
- 5 Dar clic en Aceptar





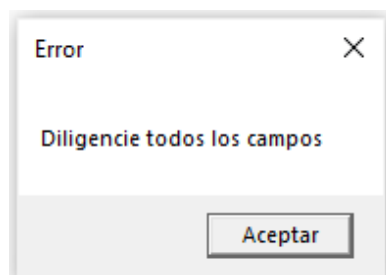


Al abrir la aplicación se despliega una ventana donde se encuentran las siguientes opciones:

- Agregar equipo.
- Comparar equipos.
- Eliminar equipo.



Al seleccionar la opción de *agregar equipos* se desplegará una nueva ventana a manera de formulario donde será necesario diligenciar todos los campos para poder continuar de lo contrario se mostrará el siguiente mensaje.





Partes del formulario:


Numero de formulario

Menú desplegable

Verdadero falso

Cuadro de texto

Formulario (2/6)



### Especificaciones técnicas:

Tipo de paciente:

Tamaño pantalla: (pulgadas)

Conexión a red de monitoreo:

Salida analógica de ECG:

Protección contra descargas desfibrilador:  Si  No

Detección de marcapasos:  Si  No

Toma de presión: (manual y automática)  Si  No

Tendencias gráficas y numéricas (horas)

Duración de la batería: (minutos)

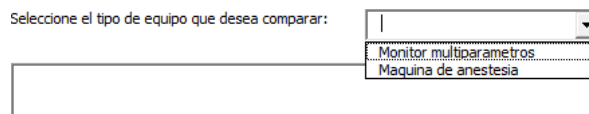
Cargador interconstruido:  Si  No

Interoperabilidad:  Si  No      Conectividad:

Principio de operación:



Al seleccionar la opción de *comparar equipos* se desplegará una nueva ventana similar a la anterior en donde se presenta un menú desplegable en el cual es necesario escoger el tipo de equipo que se desea comparar.

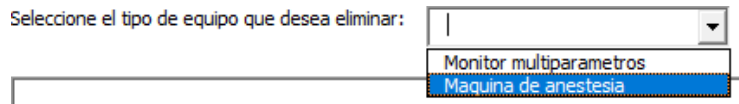


Tras seleccionar un tipo de equipo se mostrarán los equipos que se encuentran guardados en la base de datos, se debe seleccionar el equipo que se desea comparar este se subrayará en color azul y a continuación dar clic en el botón *agregar equipo*. **NOTA: se deben agregar al menos 2 equipos para poder continuar**





Al seleccionar la opción de *eliminar equipo* se desplegará una nueva ventana similar a la anterior en donde se presenta un menú desplegable en el cual es necesario escoger el tipo de equipo que se desea eliminar.



Tras seleccionar un tipo de equipo se mostrarán los equipos que se encuentran guardados en la base de datos, se debe seleccionar el equipo que se desea eliminar, este se subrayará en color azul y a continuación dar clic en el botón *eliminar equipo*.

