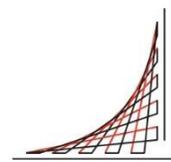




Universidad del
Rosario



ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

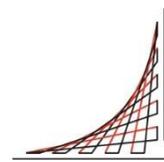
**APLICACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTILLA EMPLEADA EN
LA ADQUISICIÓN DE EQUIPO BIOMÉDICO DE ACUERDO AL SERVICIO**

**ANDRICETH KARIME RODRIGUEZ MATIAS
KAREN IVETH VAGEON VARGAS
MARÍA NATALIA ESPITIA GARZÓN**

Trabajo Dirigido en Biomédica

**Tutor
Néstor Flórez Luna
Especialización en Bioingeniería**

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



CONTENIDO

1. RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. OBJETIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	¡Error! Marcador no definido.
2. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
3. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
4. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
5. ANTECEDENTES.....	¡Error! Marcador no definido.
6. RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
7. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
8. TRABAJOS FUTUROS.....	¡Error! Marcador no definido.
9. CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la aplicación AMK acquisition check ... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 2. Listado de las características para el pliego de condiciones. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 3. Código de colores orientador entre el servicio y las características técnicas recomendadas. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 4. Lista de opciones para la verificación del día de la entrega . ¡Error! Marcador no definido.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama de Gantt de la metodología..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 2. Especificaciones de condiciones para la adquisición ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 3. Asignación de características del monitor multiparámetros, según el servicio hospitalario a ofrecer. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 4. Asignación de características del ventilador mecánico, según el servicio hospitalario a ofrecer. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 5. Asignación de características del electrobisturí, según el servicio hospitalario a ofrecer. ¡Error! Marcador no definido.

ANEXOS



Anexo 1. Manual de la aplicación AKM check acquisition ¡Error! Marcador no definido.

1. RESUMEN

Biomedical equipment has become an essential part to supply an adequate medical care service, so for institutions that provide health services it is essential to be at the forefront of technology and have a management plan that meets all the standards and needs in the purchase and acquisition of biomedical technology. That is why this project aimed to develop a computer tool for the acquisition of biomedical equipment in accordance with the hospital service, based on a specification that facilitates the technical team to present the requirements to open a tender, thus achieving the creation of AMK check acquisition an application for mobile devices which guides the user in the unavoidable characteristics that must be had to acquire equipment and automatically generating the requirements that bidders should fulfill to present themselves for the tender and to make the final delivery of the acquired equipment.

Los equipos biomédicos se han convertido en parte esencial para prestar un adecuado servicio de atención médica por eso para las instituciones prestadoras de servicios de salud es primordial estar a la vanguardia tecnológica y contar con un plan de gestión que cumpla todos los estándares y necesidades en la compra y adquisición de tecnología biomédica. Por eso este proyecto tuvo como objetivo desarrollar una herramienta informática para la adquisición de equipo biomédico de acuerdo con el servicio hospitalario, basado en un pliego de condiciones que facilite al equipo técnico presentar los requisitos para abrir una licitación, logrando así la creación de *AMK check acquisition* una aplicación para dispositivos móviles la cual guía al usuario en las características ineludibles que se deben tener para adquirir un equipo y generando de forma automática los requisitos que deben cumplir los oferentes para presentarse a la licitación y para realizar la entrega final del equipo adquirido.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una herramienta informática para la adquisición de equipo biomédico de acuerdo con el servicio hospitalario, basado en un pliego de condiciones.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros influyentes en el proceso de adquisición de un equipo biomédico según el servicio hospitalario para el cual será adquirido.



- Elaborar una aplicación para dispositivos móviles para la selección de condiciones técnicas con las cuales deben cumplir los oferentes y la verificación de los parámetros acordados en el momento de entrega del equipo comprado.

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cada vez es más notorio el valor de la tecnología y de los equipos biomédicos en instituciones clínicas y hospitalarias, constituyendo una herramienta vital para la práctica efectiva de la medicina, ofreciendo y mejorando las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, lo que genera un mutuo beneficio prioritariamente a los pacientes y a la institución. Existe, por lo tanto, una mayor dependencia de la tecnología biomédica por parte del personal médico y administrativo del ambiente hospitalario, originando la necesidad de desarrollar procesos de gestión tecnológica que brinden un adecuado desempeño y funcionamiento de esta [1].

Para las instituciones prestadoras de servicios de salud es esencial planear y gestionar la tecnología empleada de inicio a fin durante la atención médica, con el objetivo de administrar la eficacia, la seguridad, los costos, el mantenimiento y la utilización de los equipos biomédicos, mejorando el desempeño humano frente a la automatización de los procesos, para disminuir los errores y gestionar la tecnología biomédica bajo estándares de calidad nacionales e internacionales, orientados a un mejoramiento continuo en la prestación de sus servicios de salud. Es aquí donde radica la importancia de contar en cada institución prestadora de servicios de salud (IPS) con un plan proactivo y eficiente de adquisición, mantenimiento y administración de los equipos y la tecnología biomédica.[2][3]

El avance y la gran oferta de equipos biomédicos ha convertido al proceso de adquisición en un factor crucial a la hora de realizar una óptima selección de equipos biomédicos.[4][5] Este proceso dentro de las IPS demanda una alta gestión, puesto que se deben tener en cuenta diversos aspectos para alcanzar el propósito de mejoramiento en la eficiencia y la calidad de la prestación de los servicios de salud.

En una publicación realizada por el Grupo de Investigación en Tecnologías en Salud Universidad CES, Medellín, titulada "Herramienta de evaluación de tecnologías para la adquisición de equipos biomédicos" determinaron que en Colombia los problemas que genera la tecnología biomédica van en aumento, pues las IPS no están adquiriendo esta tecnología de acuerdo con las necesidades de la población a la que atiende, sino en función de las necesidades económicas de la institución de salud, lo cual genera que la atención al usuario sea de baja calidad; por ello es necesario mejorar la calidad del servicio prestado mediante la correcta adquisición de la tecnología.[6]



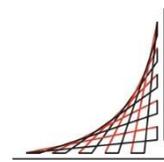
Esta mejora puede lograrse por medio de un sistema que determine los parámetros que influyen en la adquisición de un equipo biomédico, dependiendo del servicio hospitalario al cual será asignado. En tal virtud, este documento consiste en mostrar el desarrollo de una aplicación para el diseño de una plantilla basada en el pliego de condiciones que puede facilitar la adquisición de un equipo biomédico de acuerdo con el servicio hospitalario.

4. METODOLOGÍA

El propósito general de este proyecto consiste en desarrollar una aplicación móvil para la adquisición de equipo biomédico de acuerdo con el servicio hospitalario, basado en un pliego de condiciones, se inició una revisión bibliográfica de tipo descriptivo para responder la pregunta inicial que aparece en esta investigación ¿Cómo es el proceso de adquisición de un equipo biomédico actualmente?, según la *Guía de recursos para el proceso de adquisición*, documento técnico de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se describe el procedimiento estándar de adquisición correspondiente a la evaluación de tecnologías, evaluación de dispositivos, planificación y evaluación de las necesidades, adquisición, instalación, puesta en servicio y seguimiento. Sin embargo, se encontró que los tres primeros pasos mencionados abarcan conceptos referentes a ámbitos sociales, económicos y éticos relacionadas con el uso de la tecnología sanitaria, haciendo que se vuelva un proceso más complejo a la hora de estandarizar, por ello, el enfoque de adquisición va dirigido al proceso durante y después de la compra de un equipo biomédico.

Tabla 1. Diagrama de Gantt de la metodología

Actividad/ semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revisión literaria	✓	✓														
Definir necesidades en el área clínica.			✓													
Identificar los parámetros a incluir en la plantilla de adquisición.			✓	✓												
Identificar los parámetros a incluir en la plantilla de verificación.					✓	✓										
Aprendizaje sobre el funcionamiento del lenguaje Python							✓	✓								
Desarrollo del algoritmo.									✓	✓	✓	✓				
Modificaciones finales.													✓			
Informe final.														✓	✓	✓



Posterior a la revisión bibliográfica se hizo un despliegue de las especificaciones para el pliego de condiciones que requiere una adquisición y un listado de verificación al momento de recibir el equipo biomédico, como se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones de condiciones para la adquisición

Pliego de condiciones para la adquisición	Lista de verificación para la recepción
Requisitos técnicos del equipo	Entrega
Garantía	Prueba de funcionamiento
Disponibilidad Repuestos	Documentos de compra
Mantenimiento por garantía	Cronograma de Capacitación
Evaluación de desempeño	
Transporte y entrega	
Instalación	
Documentación técnica	
Capacitación	

Seguido, se eligieron 3 equipos médicos de tecnologías existentes y se obtuvieron la mayor cantidad posible de características técnicas de ellos que se pueden encontrar en el mercado para ser clasificadas según los servicios hospitalarios en donde se requieren. Se eligió el monitor multiparámetros para los servicios de UCI neonatal, UCI adulto, y de transporte; el ventilador mecánico para los servicios de cuidado intermedio neonatal, cuidado intermedio pediátrico, cuidado intensivo adultos y servicio de transporte asistencial; y el electrobisturí para los servicios de cirugía de mediana complejidad, cirugía alta complejidad y atención prehospitalaria.

Luego de obtener la información necesaria, se llevó a cabo el inicio de la aplicación con la herramienta App Inventor, un entorno de desarrollo creado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y Google Labs para crear aplicaciones con el sistema operativo Android. De esta forma, con un conjunto de herramientas básicas se entrelazaron una serie de bloques lógicos que dieron resultado la aplicación creada. Además, se facilitó su manejo ya que la plataforma es bastante intuitiva y sencilla de usar.

5. ANTECEDENTES

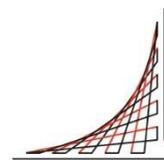


Desde años atrás en la conferencia internacional anual de la Sociedad de Ingeniería en Medicina y Biología del IEEE se ha destacado la importancia de rol del ingeniero biomédico para, evaluar, optimizar y adaptar críticamente las operaciones que se realizan en los centros de salud[1], puesto que la atención se centra en las nuevas tecnologías, la ingeniería biomédica debe estar a la vanguardia de los cambios en el entorno de la atención, los requisitos de apoyo y las limitaciones financieras que se presentan a diario, para sortear las dificultades y mantener un avance tecnológico contante[2][3].

La necesidad de crear herramientas que ayuden a los ingenieros biomédicos en la evaluación y adquisición de tecnologías se evidencio en el artículo de revisión realizados por Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, sobre la evaluación de las tecnologías en Latinoamérica, donde se concluyó que ante una carencia de elementos y rutas de evaluación, las propuestas de estrategias empíricas para el análisis de la información y la toma de decisiones se manifiestan como la metodología más usada[4], esto debido a que la generación de políticas públicas relacionadas con la Evaluación de Tecnologías en Salud en América Latina es incipiente [5].

Para lograr mejoras a nivel económico y una mayor eficiencia en la prestación de los servicios se debe optimizar la relación costo-beneficio analizando la necesidad real de la tecnología que se pretende incorporar a la institución, según menciona Lizeth Villamil en su tesis de procesos de adquisición, preinstalación y obsolescencia de equipos biomédicos en la red de salud centro E.S.E. Por lo tanto, una de las oportunidades de mejora que se observó en la red Salud del Centro E.S.E fue el diseño de una metodología que identifique la necesidad de adquirir un equipo biomédico, la importancia de especificar las características del equipo seguida de la evaluación mínima de tres proveedores invitados a participar de la licitación [6].

Debido al notable aumento de los equipos biomédicos al servicio de la salud, seleccionar el equipo adecuado genera mayor grado de seguridad y bienestar para el paciente[8]; esto se puede lograr, entre otras actividades, llevando a cabo un adecuado proceso de valoración y adquisición de equipos médicos por parte de las IPS; bajo este objetivo en el 2012, Lady Patiño diseñó una guía práctica que describe los pasos para llevar a cabo valoración y adquisición de equipos biomédicos efectivos basados en la reglamentación Colombiana ofrecida por el Invima, reflejándose en el mejoramiento y la reducción de costos de los servicios de salud en las instituciones[9]. Otra estrategia usada para este fin nació de Grupo de Investigación en Tecnologías en Salud Universidad CES, Medellín con la diferencia que en este proyecto se buscó la creación de un software donde se ponderara la importancia de cada tipo de evaluación de tecnologías seleccionada teniendo en cuenta módulos para las evaluaciones técnica, clínica, económica y ética, social y organizacional[10].



Otro ejemplo desarrollado con el objetivo de incluir todos los procesos de decisión en la gestión de la tecnología sanitaria para la adquisición de nueva tecnología se implementó el concepto AHP, en un centro hospitalario en Lyon, France. Donde se demostró el potencial de esta herramienta matricial para traducir y evaluar un conjunto de objetivos comerciales en criterios ponderados y calificar cada proyecto según esas especificaciones calculando una calificación estimada para cada proyecto [11].

No obstante, existen diferentes estrategias para abarcar el proceso de selección, todas se basan de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que en el 2012 publicó la “Guía de recursos para el proceso de adquisición Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos” [12], donde se abordan temas correspondientes a la gestión de tecnología sanitaria para facilitar el acceso de dispositivos médicos adecuados, y en donde especifican los lineamientos básicos recomendados para evaluar la adquisición de nueva tecnología. Adicionalmente, el documento define esta práctica como todas las acciones desde la planificación y previsión, identificación de necesidades, identificación de proveedores y solicitud de ofertas, evaluación de las ofertas, revisión y adjudicación de contratos, contratación que garanticen la utilidad y eficiencia de la tecnología a adquirir.[13][14]

Otra entidad con políticas reguladoras a nivel nacional es El Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia el cual estudia y propone alternativas de adquisición de equipos biomédicos, según las necesidades, prioridades y disponibilidad de recursos, teniendo en cuenta que el reponer o adquirir equipos depende de factores como la reducción de costos, la necesidad de salir de un equipo obsoleto y desgastado, la insuficiencia del equipo frente a sus demandas, entre otros[16]. Así mismo con resolución 3100 del 2019 donde se estipula el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud, se legalizan las condiciones, estándares y criterios mínimos requeridos para ofertar y prestar servicios de salud en todo el territorio nacional. Cabe resaltar que este, es un instrumento de alto alcance para estandarizar los requisitos de autoevaluación según la categorización del servicio prestado [18].

Para finalizar, cabe destacar que el sistema de salud colombiano presenta retos importantes referentes a actualidad tecnológica y a equipos biomédicos para escoger objetivamente la mejor opción frente a varias tecnologías favorables, [19]según un estudio realizado por diferentes universidades en algunas IPS referente a la Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas en el 2016 a diferentes IPS Colombianas, determinaron que estas no cuenta con un manual, guía metodológica o herramienta estandarizada que contenga tanto los requisitos técnicos para los diferentes equipos como los requisitos legales que deben ser tenidos en cuenta para efectuar la evaluación de la tecnología biomédica que es adquirida, esto genera que en algunas

ocasiones que los equipos adquiridos no cuenten con las especificaciones correctas para el servicio que se desea implementar [20].

6. RESULTADOS

Se diseñó una aplicación que le permite al usuario la creación de una plantilla para la adquisición de un equipo biomédico, la cual puede estar compuesta por una de las dos instancias propuestas, la primera consiste en un pliego de condiciones con los parámetros para apoyar a la entidad compradora mientras que la segunda es una lista de adquisición la cual deben cumplir los oferentes ante una licitación.

En la figura 1, se muestra un diagrama de flujo detallado de los diferentes entornos y pantallas que ofrece la aplicación.

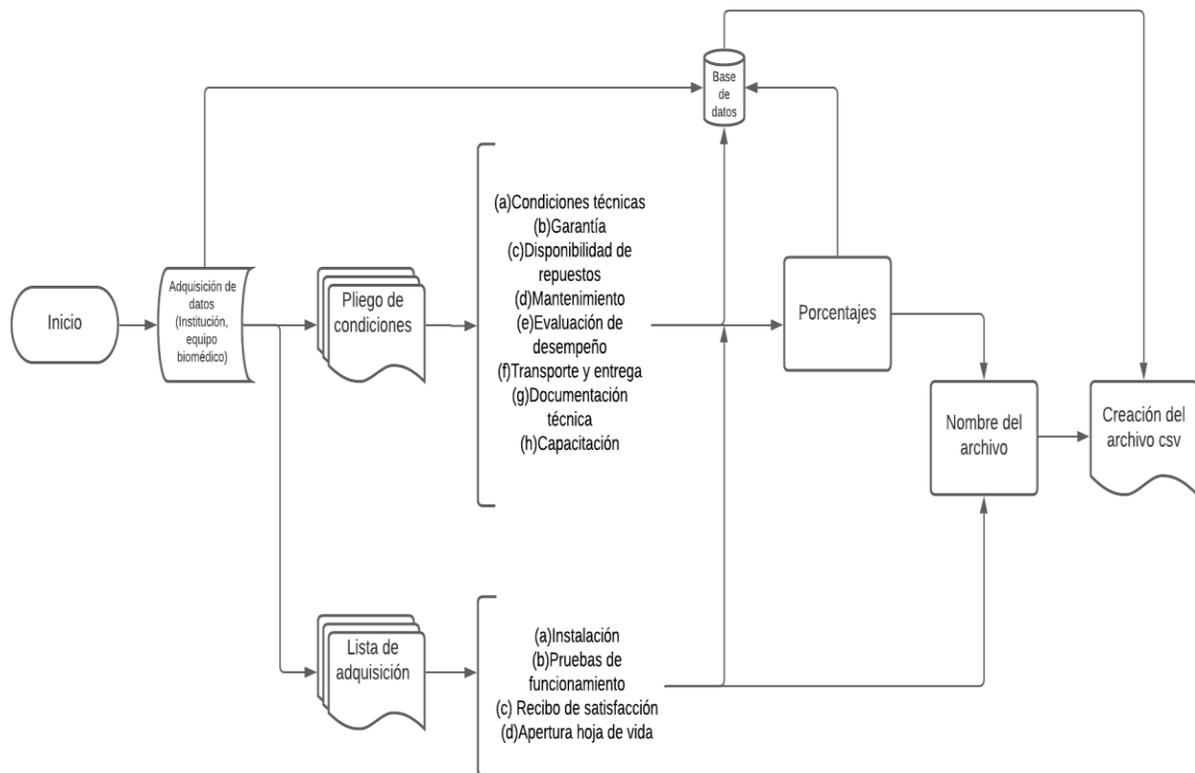


Figura 1. Diagrama de flujo de la aplicación AMK acquisition check (fuente: los autores).

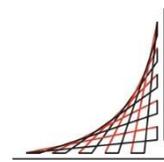


La aplicación *AMK acquisition check* dispone para su selección de tres equipos biomédicos con sus respectivas características técnicas básicas y adicionales que pueden ser contempladas como condiciones para un proceso de adquisición:

- Ventilador mecánico (especificaciones en Tabla 3)
- Monitor multiparámetros (especificaciones en Tabla 4)
- Electroestimulador (especificaciones en Tabla 5)

Tabla 3. Asignación de características del monitor multiparámetros, según el servicio hospitalario a ofrecer.

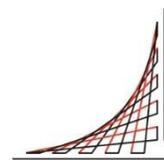
Monitor multiparámetros			
Características	Servicio de UCI neonatal	Servicio de Uci adulto	Servicio de transporte
Pantalla táctil con tecnología TFT de 8.4"			
Pantalla táctil con tecnología TFT de 12.1"			
Peso de 6.5 Kg o menor, incluyendo la batería			•
NIBP, RESP, TEMP, HR/PR	•	•	•
ECG, SPO2	•	•	•
IBP y ETCO2			
Toma de presión manual y/o automático			
Detección de marcapasos			
Puerto de sincronismo para desfibrilación			
Protección contra descarga			
Batería interna recargable			•
Conexión a central de Monitoreo de UCI	•	•	
Almacenamiento continuo para UCI	•	•	
Sensor de concentración de oxígeno	•		
Protección contra interferencias			
Accesorios para transporte			•
Accesorios especializados para Neonato	•		
Despliegue de onda			
Mínimo 3 curvas simultáneas			
ECG-mínimo 6 derivaciones			
ECG-despliegue de al menos 1 curva a elegir de entre 3 derivaciones o más			
ECG forma de onda: 2 canales			
Oximetría de pulso con curva pletismográfica			
Saturación 70-100% con Resolución de 1% y Exactitud de 3%			
Frecuencia respiratoria 0-120 RPM (Adulto) Resolución min 1 RPM		•	
Frecuencia respiratoria 0-150 RPM (Neonatal) Resolución min 1 RPM	•		
Valores numéricos			



Rango de frecuencia cardíaca: Adulto 20-250 bpm			
Rango de medición de SpO2: 0-100%			
Frecuencia cardíaca 15-250 LPM; Resolución min 1LPM; Exactitud min 5LPM			
Temperatura 0-50°C Resolución min: 0.1°C			
Presión no invasiva 0-145mmHg (Neonatal) Resolución min: 1 mmHg	•		
Presión no invasiva 0-300mmHg (Adulto) Resolución min: 1 mmHg		•	
Rango de medición de respiración: pediátrico/neonatal: 0-150rpm	•		
Rango de medición de respiración: Adulto: 0-120rpm		•	
Capnografía para servicio de transporte			•
Rango de medición de la frecuencia del pulso 30-240 bpm			
Medición de gasto cardíaco	•	•	
Presión invasiva			
Alarmas visibles y audibles			
Parámetros inferiores o superiores a la medida normal			
Accesorio conexión/desconexión			
Apnea			
Arritmias			
Nivel del batería baja			

Tabla 4. Asignación de características del monitor ventilador mecánico, según el servicio hospitalario a ofrecer.

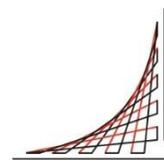
Ventilador mecánico			
Características	Servicio de cuidado intensivo neonatal	Servicio de cuidado intermedio adulto	Servicio de hospitalización paciente crónico
Tipo			
Convencional	•		•
Transporte		•	
Paciente			
Neonatal	•	•	
Pediátrico	•	•	•
Adulto		•	•
Modos ventilatorios			
Respiraciones de volumen y presión Asistida/Controlada	•	•	•
Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada. SIMV	•	•	•
Presión positiva continua en la vía aérea. CPAP		•	•
Ventilación con Presión de Soporte. PSV		•	•
Presión bifásica positiva en la vía aérea. BIPAP		•	



Ventilación de apnea			
Volumen garantizado	•		
Software de ventilación no invasiva	•		
Terapia de oxígeno de alto flujo incorporado	•		
Parámetros de ajuste			
Controles independientes de volumen corriente, frecuencia respiratoria y FiO2		•	
Terminación de flujo para respiraciones de EP		•	
Tiempo de subida ajustable		•	
Compensación automática del circuito respiratorio		•	
Monitoreo de volumen			
Opción no invasiva		•	
Rise time	•		
Función de suspiros programable	•		
Tiempo inspiratorio	•		•
Presión de soporte	•		
Flujo de base en neonatos y pediátricos de 3 L/min o mayor	•		
Flujo inspiratorio máximo	•		
Presión inspiratoria	•		•
Volumen tidal (VT)			•
Presión positiva espiratoria final (PEEP)			•
Alarmas			
Desconexión del circuito	•	•	
Alta presión		•	•
Presión de gas de fuente baja	•	•	
Volumen bajo	•	•	•
Apnea	•	•	
Características			
Visualización de 3 o más curvas en pantalla simultáneamente			
Curvas en tiempo real: Presión, Flujo y Volumen			
Congelamiento de curvas			
Cursor			
Software en español			

Tabla 5. Asignación de características del electrobisturí, según el servicio hospitalario a ofrecer.

Electrobisturí			
Características	Servicio de cirugía de alta complejidad	Servicio de cirugía mediana complejidad	Servicio de atención prehospitalaria



Una salida monopolar			•
Una salida bipolar			•
Dos o más salidas monopolares	•	•	
Dos o más salidas bipolares	•	•	
Seguridad de monitoreo de electrodo de retorno			
Panel de fácil visualización, con pantalla led o TFT			
Modos con los que debe contar el equipo			
Corte			•
Coagulación			•
Mezcla corte y coagulación (BLEND)			
Corte (Blend1- Blend2-Blend3)			
Uro corte		•	
Corte microcirugía	•		
Corte papilotomía		•	
Coagulación spray			
Coagulación electro fulguración			•
Uro Coagulación		•	
Endo Spray		•	
Coagulación microcirugía	•		
Coagulación forzada		•	
Corriente de desecación	•		
Coagulación volumétrica		•	
Coagulación automática-programable	•		
Accesorios requeridos			
100 unidades placas paciente desechables			
Pedal para modo bipolar			
Electrodo Monopolar (lápiz) con insertos			•
Dos Electrodos Monopolares (lápiz) con insertos		•	
Pinza bipolar curva			•
Pinzas de ligadura electro quirúrgica		•	
Pinzas bipolares pediátrica			
Tijeras bipolares		•	
Electrodos de coagulación puntual bipolar	•		
Pinza para microcoagulación bipolar	•		
Prolongaciones para electrodos		•	
Electrodos de aguja para disección		•	
Carro de transporte			



A cada uno de los equipos mencionado anteriormente se le determinaron sus principales características, teniendo en cuenta artículos de revisión de libre acceso de entidades como la ECRI, parámetros establecidos en la resolución 3100 del 2019, entre otros, para posteriormente clasificarlas según el servicio hospitalario a ofrecer (Ver anexo 1).

7. DISCUSIÓN

Esta herramienta se proyecta como un apoyo al profesional biomédico para la adquisición de nueva tecnología sanitaria, partiendo de la hipótesis de que se puedan presentar procesos engorrosos y no secuenciales al momento de generar una propuesta o un pliego de condiciones para la adquisición de tecnología biomédica haciendo de este un procedimiento que puede generar vacíos en los requisitos solicitados a los oferentes, lo cual, dificultaría la compra óptima del equipo biomédico necesario.

En la identificación de las especificaciones ineludibles para adquirir un equipo biomédico las cuales se muestran en la figura 2, se tuvieron en cuenta, en primer lugar, las condiciones técnicas con las que debe contar el equipo biomédico para suplir las necesidades del centro prestador de salud en un servicio determinado, adicionalmente en una licitación para la compra de un equipo influyen parámetros como la garantía, los mantenimientos durante el tiempo estipulado de garantía, mantenimientos post garantía, y los parámetros de entrega de la tecnología biomédica adquirida; cabe destacar que dentro de un proceso adecuado de compra no se puede omitir la evaluación de desempeño para tener una certeza de la confiabilidad y legitimidad del oferente.



Figura 2. Listado de las características para el pliego de condiciones.

Por esto, la aplicación AMK check acquisition cuenta con un software interactivo e intuitivo que guía al profesional biomédico por los diferentes parámetros mencionados anteriormente, ofreciéndoles un amplio catálogo con diversas posibilidades que se ajustan las necesidades de la IPS formando una lista de requisitos personalizada, que, a su vez cumple con todos requerimientos acertados para proceso de adquisición. De modo complementario, esta herramienta permite al usuario seleccionar el servicio para el cual se desea adquirir el equipo biomédico, y mediante un código de colores en la figura 3, genera una sugerencia de las condiciones técnicas primordiales para cumplir la labor adecuada, constituyendo una estandarización en los parámetros que igualmente se acogen a las normas y disposiciones colombianas de inscripción y servicio de los prestadores de servicios de salud del país.

UCI neonatal UCI adulto

De transporte Ninguno

Características

- Pantalla táctil con tecnología TFT de 8.4"
- Pantalla táctil con tecnología TFT de 12.1"
- Peso de 6.5 Kg o menor, incluyendo la batería
- NIBP ,RESP ,TEMP, HR/PR
- ECG , SPO2
- IBP y ETCO2
- Toma de presión manual y/o automático
- Detección de marcapasos
- Puerto de sincronismo para desfibrilación
- Protección contra descarga
- Batería interna recargable
- Conexión a central de Monitoreo de UCI

Figura 3. Código de colores orientador entre el servicio y las características técnicas recomendadas.

Adicionalmente, es preciso enfatizar dentro de las ventajas de esta herramienta, la posibilidad de establecer una lista de verificación para el día de la entrega del producto comprado como un complemento al proceso de adquisición con los parámetros mostrados en la figura 4, lo cual permite empezar adecuadamente la trazabilidad del nuevo equipo biomédico en el centro prestador de salud y garantizar la usabilidad de este mediante las pruebas de funcionamiento y acuerdos de capacitaciones entre otros.



Figura 4. Lista de opciones para la verificación del día de la entrega.

Por lo tanto, basados en la logística y optimización que esta aplicación brinda para el proceso de selección y adquisición de equipo biomédico es correcto referenciarla como una herramienta de solución integral para estandarizar y perfeccionar los procesos de adquisición de equipo biomédico, puesto que, realiza una evaluación de las variables influyentes en el proceso de adquisición de nueva tecnología biomédica demostrando asimismo la importancia y utilidad de ésta en el ámbito médico.

8. TRABAJOS FUTUROS

Este proyecto tiene una amplia línea de proyecciones para su continuación las cuales se espera implementar a futuro; entre estas se destaca el poder realizar una prueba de pilotaje en instituciones que brinden prestación de servicios de salud, esto con la finalidad de obtener resultados representativos e información precisa por parte de la institución sobre los beneficios de usar esta herramienta.

Adicionalmente se propone optimizar la aplicación con la inclusión de una base de datos en la nube que permita el registro, almacenamiento y actualización de los



datos personales mediante la creación de una cuenta institucional que almacene los documentos creados previamente, con el objetivo de que pueda acceder a ellos en cualquier momento y desde diferentes dispositivos electrónicos, adicionalmente se espera poder ampliar la aplicación para otros sistemas operativos, ya que por el momento solo está disponible para Android e IOS.

Finalmente, se tiene la proyección de ampliar la oferta de equipos biomédicos y servicios hospitalarios que ofrece la aplicación, para tener un mayor catálogo de los equipos biomédicos nombrados en la resolución 3100 del 2019.

9. CONCLUSIONES

Por medio del desarrollador MIT App inventor fue posible crear una herramienta tecnológica ejecutable en dispositivos móviles, la cual contiene un pliego de condiciones con los parámetros idóneos para apoyar al equipo técnico y de ingeniería biomédica al momento de abrir una licitación con el objetivo de adquirir un equipo biomédico.

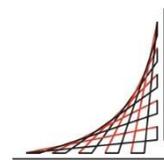
AMK check acquisition, es una aplicación que permite seleccionar las características según las necesidades del centro de salud, creando de forma automática una lista de verificación con la cual deben cumplir los oferentes ante una licitación de un equipo biomédico, gracias a que esta aplicación tiene en cuenta, los requisitos técnicos diferenciados por servicio, evaluación de desempeño de la empresa y compromisos que adquiere a la empresa post venta.

Esta herramienta permite generar una lista de requisitos a cumplir por el oferente elegido en la licitación a la hora de entregar el equipo biomédico, con el fin de empezar la trazabilidad de la nueva tecnología de la forma adecuada.

REFERENCIAS

[1] P. H. Frisch; B. Stone; P. Booth; W. Lui, "New roles & responsibilities of hospital biomedical engineering", *ieeexplore.ieee.org*, 2021. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6944374>. [Accessed: 24- Feb- 2021].

[2] Fustero and A. Arredondo, "The biomedical engineer as a driver for Health Technology innovation", *ieeexplore.ieee.org*, 2021. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5626454>. [Accessed: 24- Feb- 2021].



- [3] N. Salinas, "EL ROL DEL INGENIERO BIOMÉDICO EN LA SOCIEDAD", *Revistamedicahondurena.hn*, 2016. [Online]. Available: <https://www.revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol83-3-4-2015.pdf#page=75>. [Accessed: 24- Mar- 2021].
- [4] F. Martínez-Licon, M. Ortiz-Posadas, M. Ortiz-Pedroza, F. Martínez-Licon, M. Ortiz-Posadas and M. Ortiz-Pedroza, "Estado del Arte de la Evaluación de Tecnologías en Salud en América Latina", *Scielo.org.mx*, 2021. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322019000300011. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [5] Gismondi Glave, G., 2021. *Ingeniería biomédica*. [online] *Scielo.org.bo*. Available at: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2077-33232010000100007&script=sci_arttext&tlng=en [Accessed 24 March 2021].
- [6] Villamil Daza and S. Zúñiga Valencia, "Procesos de adquisición, pre-instalación, instalación y obsolescencia de equipos biomédicos en la Red de Salud Centro E.S.E", *Red.uao.edu.co*, 2019. [Online]. Available: <https://red.uao.edu.co/handle/10614/11701>. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [7] L. Patiño Guzman, "Metodología para valoración y adquisición de equipos biomédicos", *Red.uao.edu.co*, 2012. [Online]. Available: <https://red.uao.edu.co/handle/10614/3071>. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [8] V. Berrospi Polo, J. Rodríguez Abad, J. Bobadilla Aguilar, C. Liberto Moreno, C. Díaz Arroyo and C. Rafael Quipan, "Desarrollo de un servicio en línea para la gestión tecnológica en salud", *Scielo.org.pe*, 2021. [Online]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342015000400014. [Accessed: 24- Mar- 2021].
- [9] T. Chavarría and T. Molina, "HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS", *Scielo.org.co*, 2017. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-97622017000100002&script=sci_abstract&tlng=en. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [10] T. Molina Velásquez, "INGENIERÍA CLÍNICA PARA NO INGENIEROS: ADQUISICIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS", *Scielo.org.co*, 2010. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622007000200007. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [11] G. Balestra, M. Knaflitz, R. Massa and M. Sicuro, "AHP for the acquisition of biomedical instrumentation", *ieeexplore.ieee.org*, 2010. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4353105>. [Accessed: 24- Feb- 2021].
- [12] Organización Mundial de la Salud. (2012, Febrero). "Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos," OMS, [En línea]. Disponible en : OMS http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789243501369_spa.pdf
- [13] Departamento nacional de planeación Co, "Adquisición de equipos biomédicos", *Colombia Compra Eficiente | Agencia Nacional de Contratación Pública*, 2017. [Online]. Available: <https://www.colombiacompra.gov.co/tienda-virtual-del-estado-colombiano/salud/adquisicion-de-equipos-biomedicos>. [Accessed: 24- Mar- 2021].
- [14] V. Chaves Chaves and D. López Estupiñan, "Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de consultoría en adquisición e implementación de equipos biomédicos en la ciudad de Bogotá D.C.", *Ciencia.lasalle.edu.co*, 2021. [Online]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=esp_gerencia_proyectos. [Accessed: 24- Mar- 2021].
- [15] Ministerio de la Protección Social de la Republica de Colombia, (2010). *Guía pedagógica para modelos de gestión de equipamiento biomédico en IPS*. [En línea]. Disponible en:



<https://docplayer.es/13270386-Guia-pedagogica-para-modelos-de-gestion-de-equipamiento-biomedico-en-ips.html>. [Accessed: 24- Feb- 2021].

[16] MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, "Resolución 3100 del 2019", Minsalud.gov.co, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3100-de-2019.pdf>. [Accessed: 24- Feb- 2021].

[17] Ministerio de Salud y Protección Social, (2013) ABC De Dispositivos Médicos, [En línea]. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/images/pdf/tecnovigilancia/ABC>

[18] Dispositivos Medicos INVIMA.pdf, [Accessed: 24- Feb- 2021].

[19] J. Anaya Castillo, "Sistema de información para la adquisición y gestión de equipos biomedicos en instituciones de salud.", Repository.eia.edu.co, 2021. [Online]. Available: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2276>. [Accessed: 24- Mar- 2021].

[20] Salazar-Flórez KJ, Botero-Botero S, Jiménez-Hernández CN. Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas Rev. Gerenc. Polít. Salud. 2016; 15(31): 88-118. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.rgyps15-31.atbi>

[21] M. Carvajal Tejada and C. Ruiz Ibañez, "EVALUACIÓN TÉCNICA Y CLÍNICA DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA EN PROCESOS DE ADQUISICIÓN: UN ENFOQUE EN EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD", Scielo, 2018. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200006. [Accessed: 23- Feb- 2021].

ANEXOS

Anexo 1. Manual de la aplicación AKM check acquisition.