



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**FORMULACIÓN DE UN MODELO PARA EL ANÁLISIS COSTO-
BENEFICIO EN LA ETAPA DE SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS
BIOMÉDICOS EN LA IPS UNIVERSITARIA CLÍNICA LEÓN XIII**

William David Viveros Bolaños

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Bioingeniería

Medellín, Colombia

2021



**FORMULACIÓN DE UN MODELO PARA EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO EN LA
ETAPA DE SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA IPS
UNIVERSITARIA CLÍNICA LEÓN XIII**

William David Viveros Bolaños

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

BIOINGENIERO

Asesores:

Germán Cumplido Mendoza – Ingeniero electrónico

Javier García Ramos – Ingeniero electrónico

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Bioingeniería.
Medellín, Colombia

2021

Dedicatoria

Agradezco a Dios, a mis padres, hermana, familiares y amigos, quienes contribuyeron en el desarrollo de esta etapa tan importante de mi vida, en el logro de mis metas y mis sueños.

De manera especial agradezco a la IPS Universitaria Clínica LEON XIII, por darme la oportunidad de haber realizado la práctica académica, los aportes de todas las personas que hacen parte del área de Ingeniería Biomédica fueron muy valiosos en mi formación académica y personal.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivos	5
1.1.1 Objetivo General	5
1.1.2 Objetivos Específicos.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Información general.....	6
2.2 Etapas del ciclo de vida de la tecnología biomédica	10
2.2.1 Planeación.....	11
2.2.2. Selección.....	11
2.2.3 Adquisición.....	11
2.2.4 Incorporación	11
2.2.5 Uso.....	11
2.2.6 Mantenimiento	12
2.2.7 Evaluación	12
2.2.8 Disposición final	12
3. METODOLOGÍA	13
4. RESULTADOS.....	15
4.1. Desarrollo etapa 1 de la metodología.....	15
4.2. Desarrollo de las etapas 2 y 3 de la metodología.	17
4.3. Desarrollo de la etapa 4 de la metodología.	21
4.4. Desarrollo de la etapa 5 de la metodología.	24
5. CONCLUSIONES	31
ANEXOS	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato de cumplimiento de parámetros de costos para la evaluación.	16
Tabla 2. Formato de cumplimiento de parámetros de beneficios para la evaluación.	17
Tabla 3. Descripción de los costos de los monitores de signos vitales (MSV).	18
Tabla 4. Descripción de los beneficios de los Monitores de Signos Vitales (MSV).	18
Tabla 5. Descripción de los costos de las mesas de cirugía.	19
Tabla 6. Descripción de los beneficios de las mesas de cirugía.	19
Tabla 7. Descripción de los costos del Electrocardiógrafo.	20
Tabla 8. Descripción de los beneficios del Electrocardiógrafo.	21
Tabla 9. Guía de ponderación para el cumplimiento de los parámetros de costo.....	22
Tabla 10. Guía de ponderación para los parámetros de beneficio.	23
Tabla 11. Cuantificación de los costos para los Monitores de Signos Vitales (MSV).	25
Tabla 12. Cuantificación de los beneficios para los Monitores de Signos Vitales (MSV). .	25
Tabla 13. Cuantificación de los costos para la Mesa de Cirugía.	26
Tabla 14. Cuantificación de los beneficios para la mesa de Cirugía.	26
Tabla 15. Cuantificación de los costos para el electrocardiógrafo.	27
Tabla 16. Cuantificación de los beneficios para el Electrocardiógrafo.	27
Tabla 17. Relación costo beneficio para los Monitores de Signos Vitales (MSV).	28
Tabla 18. Relación costo beneficio para la Mesa de Cirugía.	28
Tabla 19. Relación costo beneficio para el Electrocardiógrafo.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de la tecnología Biomédica.	10
Figura 2. Esquema de la metodología.	13

RESUMEN

Uno de los objetivos de la IPS Universitaria, como institución prestadora de servicios de salud que opera como una corporación mixta sin ánimo de lucro, es disponer de una manera adecuada y apropiada los recursos asignados y destinados para la dotación de tecnología biomédica de los diferentes servicios que se prestan. Es por esto que el área de ingeniería biomédica de la IPS Universitaria busca implementar un modelo de evaluación de la tecnología biomédica basado en un análisis costo beneficio ACB, el cual se pueda adaptar en el proceso de selección del ciclo de vida de la tecnología biomédica, permitiendo principalmente apoyar el proceso de toma de decisiones sobre la implementación de diferentes alternativas, las cuales deben ser comparadas a partir de una restricción presupuestal. Para la realización de este proyecto se empleó la metodología de análisis costo beneficio, en la que inicialmente se designó y se clasificó ciertos parámetros esenciales tanto de costo como de beneficios, se definen rangos de unidades para la evaluación de cada uno de ellos, según la literatura, para realizar este tipo de análisis, tanto los costos como los beneficios deben llevarse a una misma unidad para poder ser evaluado; por tal razón se define unos criterios de ponderación para cada ítem del modelo. Posterior a esto se realizó una simulación con tres adquisiciones que realizó la IPS Universitaria, en las que se aplicó el modelo de evaluación implementado de acuerdo a cada propuesta presentada por las diferentes opciones. Como resultado se obtuvo unos criterios de evaluación en los que el modelo de análisis costo beneficio implementado fue óptimo para las propuestas que se presentaron y lo cual resultó acorde a lo que la IPS Universitaria adquirió.

Palabras Claves: Equipo biomédico, Evaluación Económica, Costos, Beneficios, Análisis Costo Beneficio.

ABSTRACT

One of the objectives of the University IPS, as an institution providing health services that operates as a mixed non-profit corporation, is to have an adequate and appropriate way to allocate and use resources for the provision of biomedical technology for the different services provided.

That is why the biomedical engineering area of the IPS University seeks to implement a model for evaluating biomedical technology based on a cost-benefit analysis ACB, which can be adapted in the selection process of the life cycle of biomedical technology, allowing mainly support the decision-making process on the implementation of different alternatives, which must be compared from a budget restriction.

For the realization of this project, the cost-benefit analysis methodology was used, in which initially certain essential parameters of both cost and benefits were designated and classified, ranges of units were defined for the evaluation of each one of them, according to the literature, in order to carry out this type of analysis, both costs and benefits must be taken to the same unit in order to be evaluated; for this reason, some weighting criteria were defined for each item of the model. After this, a simulation was carried out with three acquisitions made by the University IPS, in which the evaluation model implemented according to each proposal presented by the different options was applied. As a result, it was obtained some evaluation criteria in which the model of analysis cost benefit implemented was optimal for the proposals that were presented and which I turn out to be according to what the University IPS acquired.

Keywords: Biomedical Equipment, Economic Evaluation, Costs, Benefits, Cost-Benefit Analysis.

INTRODUCCIÓN

Los equipos biomédicos son esenciales para que el diagnóstico de usuarios de las entidades de salud sea seguro y eficiente. Por tal razón, cada día se hace necesario sumar más esfuerzos en la formulación y la aplicación de gestiones adecuadas que propendan por el correcto empleo de dichos equipos, y de que la tecnología sea utilizada de manera correcta conforme a su ciclo de vida. (La importancia de los dispositivos médicos para atender las necesidades sanitarias mundiales., 2020)

El objetivo primordial del sistema de salud es de mejorar la salud de la población, requiere de una serie de funciones, entre las que se encuentran financiar y otorgar servicios de salud; esto involucra la toma de decisiones sobre diversos tópicos como la mezcla de intervenciones que deben ofrecerse, la manera en que se organizan los sistemas de salud, y cómo deben realizarse las intervenciones con el fin de obtener, con los recursos disponibles, una ganancia de salud óptima en la población. Es decir, las decisiones deberán considerar no sólo las implicaciones médicas y económicas de las intervenciones de salud. (EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA SALUD, 2020)

La rápida evolución de la tecnología biomédica y con ella la de los diferentes métodos diagnósticos y terapéuticos ha traído consigo un creciente interés por los profesionales de la salud en disponer de los últimos avances y las mejores tecnologías para atender a los pacientes puesto que, a través de estos recursos, se espera reducir la incertidumbre clínica en cuanto a los diagnósticos y tratamientos. Se reconoce que los avances tecnológicos son, en parte, responsables de mejorar la salud de las comunidades y, en consecuencia, de aumentar la expectativa de vida de la población. Sin embargo, el gran número de innovaciones emergentes hace pensar que debe haber un proceso de selección apropiado por parte de los sistemas de salud para garantizar que se logren en la práctica los beneficios y los propósitos planteados. La selección de las nuevas tecnologías debe incluir tanto el análisis de la tecnología en sí como la comparación con otras; este proceso se

denomina Evaluación de tecnologías en salud y tiene un enfoque principalmente macro, es decir, desde agencias de evaluación de carácter nacional que evalúan con el objetivo de regular las inclusiones de tecnologías en los sistemas de salud en Colombia. (La evaluación de nuevas tecnologías en salud en hospitales., 2016)

Mediante este proyecto, se pretende formular un modelo de análisis costo-beneficio con el que se permita realizar una evaluación en la etapa de selección del ciclo de vida de la tecnología biomédica en la IPS Universitaria; el modelo relaciona ciertas variables y características; de manera que este modelo permita determinar las opciones viables de acuerdo a las condiciones económicas de la clínica que tecnología médica adquirir.

Esto es relevante conforme en el contexto actual existe una importante presión por incorporar nuevas tecnologías de diagnóstico o tratamiento, en muchos casos de elevado costo y en algunos casos de beneficios pocos conocidos.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Formular un modelo de evaluación en la etapa de selección del ciclo de vida de los equipos biomédicos en los servicios propios de la IPS UNIVERSITARIA en el que se realice el Análisis Costo Beneficio (ACB), para la toma de decisiones en la selección de los equipos biomédicos a adquirir.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Establecer los criterios de los modelos de evaluación económica basados en análisis costo-beneficio que se aplica a los equipos biomédicos.
- Definir los parámetros que se aplicaran en el modelo de evaluación costo-beneficio para la selección de equipos biomédicos en la IPS UNIVERSITARIA.
- Desarrollar comparaciones de costo-beneficio con el modelo implementado entre las diferentes alternativas para la selección de equipos biomédicos en la IPS UNIVERSITARIA.
- Generar un plan de adquisición con los resultados obtenidos del modelo, priorizando los equipos biomédicos con mejor relación costo-beneficio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Información general

Se define la tecnología médica como el conjunto de técnicas, medicamentos, equipos y procedimientos utilizados por los profesionales de la salud en la entrega, atención médica a las personas y los sistemas para entregar dicha atención. Las nuevas tecnologías médicas, que se incorporan de forma progresiva en la asistencia sanitaria, crean inquietudes para quienes toman decisiones sobre las políticas en salud, pues, en su mayoría, implican costos considerables que los actores políticos sanitarios deben controlar de forma adecuada por los verdaderos beneficios en su entorno concreto. (Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud. Manual para la elaboración de evaluaciones económicas, 2020)

Es preciso tener en cuenta la preocupación, desde 1978, sobre el incremento en el gasto sanitario que se produce cuando se adquieren nuevas tecnologías por la falta de eficiencia de algunas de ellas, su mal empleo y que es posible que no toma en cuenta la necesidad real de los pacientes. Estos aspectos representan un inadecuado uso de los recursos disponibles y no aportan nada en la calidad de la atención. La tecnología debe cumplir con criterios de seguridad, efectividad y costos, que están muy interrelacionados y son complejos.

Estos criterios deben ser analizados en dos vías: para la tecnología concreta y para la tecnología en comparación con otra u otras que existen previamente, pues, a pesar de que una tecnología sea totalmente innovadora, la evaluación radica en saber si sus beneficios, efectividad, utilidad y seguridad son suficientes como para reemplazar la anterior. El proceso que permite esta toma de decisiones es la Evaluación de Tecnologías en Salud (ETS), que principalmente es ejecutada en agencias nacionales que regulan su ingreso; sin embargo, si lo llevamos a lo hospitalario podemos decir que esta evaluación es un conjunto de medios técnicos y procedimientos dispuestos para la ciencia, la investigación y los operadores del sector salud para elegir tecnologías de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación en busca de mejorar la prestación de servicios sanitarios

en las instituciones. Por esta definición y objetivo se acuña el término ETS basada en hospitales. (LEONARDO CUBILLOS TURRIAGO, 2020)

Los beneficios de la evaluación por parte de hospitales están en su pertinencia por tomar factores locales en los que se desarrollan, el tiempo de realización de los informes, la creación de comités internos que permiten regular la nueva tecnología y, además, se plantea el impacto en los costos y en la calidad del servicio prestado. Dicha evaluación se debe dar “en” y “para” los hospitales, debe estar adaptada al contexto hospitalario y, finalmente, servir para la toma de decisiones.

Generalmente, cuando pensamos en tecnología de salud pensamos en “alta tecnología” pero no hay que confundir ambos términos. La alta tecnología médica o tecnología de alto costo, se define como aquella tecnología que es compleja y cara, con la consecuencia de que tiene disponibilidad restringida, habitualmente a un número limitado de lugares donde está bajo el control de especialistas. La alta tecnología no sólo hace referencia a las máquinas o instrumentos sino también a los procesos, por lo tanto, los trasplantes de órganos y técnicas como la resonancia magnética son considerados alta tecnología. (CONSUELO, Guía para la evaluación de tecnologías de salud (ETS) en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS), 2020)

Es necesario también saber diferenciar los conceptos de tecnología nueva y emergente. Se define tecnología de salud nueva como aquella tecnología que ha sido recientemente introducida en la práctica clínica o que lo va a ser en breve; mientras que tecnología de salud emergente, es aquella tecnología, que se encuentra en la fase previa de aceptación o adopción en el sistema de salud. Por lo tanto, las tecnologías nuevas y emergentes incluyen aquellas que se encuentran en la fase de investigación aplicada habiendo pasado la fase de ensayo clínico, pero no se ha extendido aún su uso, pudiendo incluir tecnologías utilizadas aún en pocos centros.

El competitivo ambiente empresarial del siglo XXI ha obligado a las empresas de salud a buscar efectividad en todos sus procesos productivos, esperando obtener de esta forma ventajas competitivas en un mercado globalizado. La adquisición de tecnología se convierte entonces en

una opción para lograr el mejoramiento de la cadena productiva de la organización y una necesidad para el crecimiento en los diferentes entornos de la prestación de servicios de salud.

La evaluación económica en salud, que consiste en una comparación de los costos y beneficios en salud de dos o más tecnologías indicadas para abordar un problema de salud específico, es una herramienta para la toma de decisiones de los agentes del sistema de salud que se enmarca en el análisis microeconómico: se fundamenta en el análisis marginal en su definición económica (en donde se evalúa el aporte o el costo adicional de producir una unidad adicional de resultados) y contribuye al proceso de asignación eficiente de los recursos disponibles. En general, el objetivo de una evaluación económica es ofrecer información relevante para los tomadores de decisiones, basada en la mejor evidencia, para promover una asignación eficiente de los recursos disponibles que permitan maximizar el bienestar de los usuarios del sistema de salud. (ZARATE, 2010)

El reporte de evaluación económica en salud constituye un documento técnico en el cual se comparan los costos y beneficios de dos o más tecnologías en salud, indicadas para una población específica, cuya función es proveer información para apoyar el proceso de toma de decisiones sobre el uso y financiación de dichas tecnologías por parte de los diferentes actores del sistema de salud.

Con base en la información anterior, para el desarrollo del proyecto es necesario tener en cuenta conceptos tales como:

(CONSUELO, GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD EN IPS, 2020)

- **Análisis Costo-Beneficio:** Forma de evaluación de la eficiencia en la que dos o más alternativas, son comparadas mediante la relación entre los recursos consumidos (unidades monetarias) y los resultados producidos medidos en unidades monetarias.
- **Análisis Costo-Efectividad:** Forma de evaluación de la eficiencia en la que dos o más alternativas, son comparadas mediante la relación entre los costos medidos en unidades monetarias y los resultados producidos en términos de efectividad.

- **Análisis de Minimización de Costos:** Forma de análisis económico, en el que dos o más alternativas son comparadas solamente mediante sus costos, ya que producen resultados equivalentes.
- **Alta Tecnología de Salud:** La alta tecnología médica o tecnología de alto costo hace referencia a aquella tecnología que es compleja y cara, con la consecuencia que tiene disponibilidad restringida, habitualmente a un número limitado de lugares donde está bajo el control de especialistas.
- **Beneficio:** Resultado de la aplicación de una tecnología médica o intervención en salud medido en unidades monetarias.
- **Costos Directos:** Costos que valoran la utilización de recursos por o atribuibles a la tecnología estudiada.
- **Costos Indirectos:** Costos que evalúan el tiempo consumido, tanto remunerado como no remunerado, por la alternativa de salud escogida.
- **Costos Intangibles:** Costos que evalúan el sufrimiento o dolor asociados al tratamiento.
- **Costo Marginal:** Costo adicional en que se incurre para obtener un beneficio adicional.
- **Costo de Oportunidad:** El costo de oportunidad de un producto A representa el valor de la mejor alternativa que no se puede llevar a cabo por utilizar los recursos en la alternativa A.
- **Evaluación de Tecnología de Salud:** Forma comprensiva de investigación que examina las consecuencias técnicas, sociales, económicas, éticas y legales que se producen a corto y largo plazo derivadas del uso de la tecnología, tanto directas como indirectas, y tanto sobre los efectos deseados como los no deseados.

- **Evaluación Económica de Tecnologías de Salud:** Conjunto de métodos que proporcionan información sobre los costos y consecuencias de servicios y procedimientos médicos. Se utiliza para saber qué alternativa requiere los mínimos recursos por unidad de producción o produce los mejores resultados con los recursos disponibles.
- **Evaluación Técnica:** Evalúa aspectos relacionados con el ámbito funcional y técnico del equipo. Algunas de las variables que hacen parte de esta evaluación son la edad, el porcentaje de tiempo fuera de servicio por falla o mal uso, el número de años con soporte de refacciones, el número de años con soporte de consumibles, el soporte técnico, entre otras.
- **Evaluación Clínica:** Este campo está basado en aspectos subjetivos, que pretende explorar desde el punto de vista del usuario el desempeño del equipo en su aplicación clínica, el cumplimiento respecto a las expectativas del área en la que se desempeña, y el grado de conocimiento del usuario sobre el funcionamiento del equipo

2.2 Etapas del ciclo de vida de la tecnología biomédica



Figura 1. Ciclo de vida de la tecnología Biomédica. (TORRES, 2016)

2.2.1 Planeación

Es considerada una de las etapas más importantes del ciclo, ya que se debe realizar un análisis constante de las diferentes necesidades, y verificar si estas pueden ser solucionadas a partir de la adquisición de nueva tecnología.

La gestión de la tecnología debe ayudar a tomar de decisiones a partir de un amplio estudio que englobe ámbitos como: social, económico, clínico, ético, entre otros.

2.2.2. Selección

Se realiza un estudio de las diferentes ofertas que se encuentran disponibles en el mercado. La selección debe realizarse con una evaluación que comprenda diferentes niveles: clínico, económico y técnico.

2.2.3 Adquisición

En esta etapa se obtiene la adquisición que se seleccionó en la etapa anterior. En esta etapa es necesario tener en cuenta diferentes condiciones como: costo, garantía, soporte, capacitación, entrenamiento, calidad, cantidad, entre otros.

2.2.4 Incorporación

En esta etapa se realiza la puesta en el servicio de la tecnología adquirida, esto se hace tras recibir toda la documentación y evidencia de que esta ha sido entregada con todas las especificaciones y requerimientos que se pactaron en las etapas anteriores y con las condiciones exigidas al fabricante.

2.2.5 Uso

En esta etapa se realiza monitorio, seguimiento y evaluaciones constantes a toda la tecnología que presta servicio dentro de la institución. Para que este seguimiento se haga de manera correcta,

la institución define diferentes áreas que realicen revisiones constantes: tecnovigilancia, farmacovigilancia, reactivo vigilancia. Estas áreas hacen uso de diversos mecanismos que permiten mayor control de la información, por ejemplo: rondas diarias, capacitaciones, entrenamiento, entre otros.

2.2.6 Mantenimiento

Se realiza las acciones que sean necesarias para mantener la tecnología biomédica en buenas condiciones y que pueda prestar un buen servicio dentro de la institución.

Se puede decir que el mantenimiento se divide en 3 grupos: preventivo, correctivo y predictivo.

2.2.7 Evaluación

Se evalúa todos los aspectos relacionados con la tecnología: el funcionamiento, si está cumpliendo con todas las necesidades para la cual fue adquirida, pertinencia, economía, y efectividad. A partir de una adecuada evaluación se obtiene los índices para una evaluación de obsolescencia.

2.2.8 Disposición final

En esta etapa se retira la tecnología biomédica del servicio ya que se cumplió con el fin para la cual fue adquirida. Esta es la etapa final del ciclo de vida de la tecnología biomédica.

3. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto, se implementó una metodología que consta de 6 etapas para la formulación del modelo de análisis costo beneficio en el proceso de selección de la tecnología biomédica en la IPS Universitaria como se visualiza en la siguiente Figura 2.

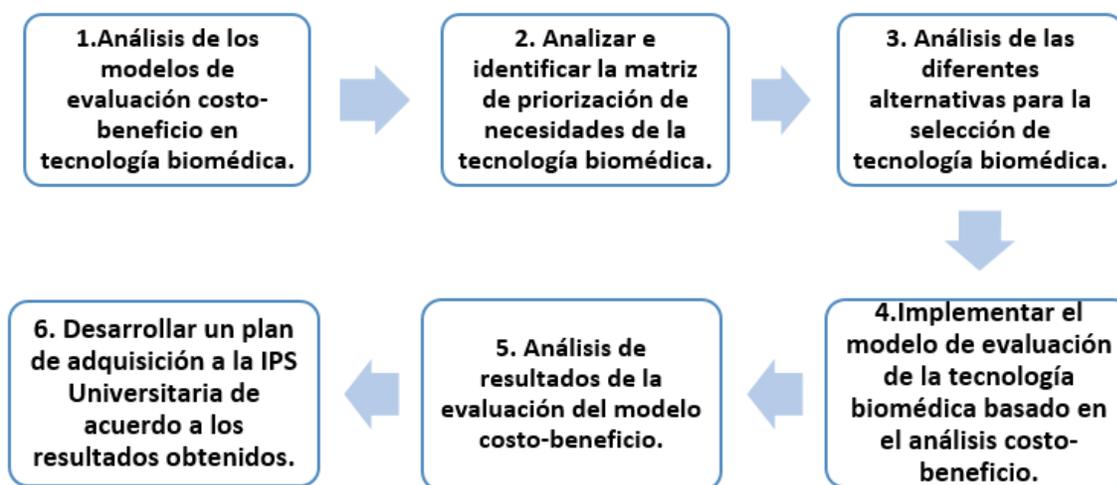


Figura 2. Esquema de la metodología.

Inicialmente para el desarrollo de este proyecto y teniendo en cuenta la metodología planteada, se realizó una revisión bibliográfica de los modelos de evaluación económica de tecnología biomédica donde se haga análisis de costo beneficio, con el fin de conocer cómo se han estudiado y realizado este tipo de análisis en el sector salud; posterior a esto se formuló un modelo de análisis costo beneficio definiendo unos parámetros tanto de costos como de beneficios de gran importancia en este tipo de evaluación, a los cuales se les asigna una ponderación para poder compararlos en la misma unidad.

Una vez se formuló el modelo de análisis, se procedió a analizar e identificar la matriz de priorización de necesidades de tecnología biomédica de la IPS Universitaria, que es un formato donde se priorizan las diferentes necesidades de tecnología biomédica de los servicios que se prestan, se seleccionó 3 procesos de incorporación de equipos biomédicos entre los que se

encuentran monitores de signos vitales, mesas de cirugía y un electrocardiógrafo, que la IPS Universitaria adquirió, donde se logró identificar las diferentes propuestas de proveedores que se presentaron para ofertar sus respectivas tecnologías.

Con la recolección de información de estas propuestas y con la formulación del modelo de análisis costo beneficio, se procedió a realizar la respectiva evaluación para las 3 tres tecnologías seleccionadas con el fin de obtener unos resultados que permitan formular un plan de adquisición a la IPS Universitaria.

4. RESULTADOS

Los resultados de este desarrollo se presentaran en la secuencia de fases como se establece en la metodología.

4.1. Desarrollo etapa 1 de la metodología.

De la búsqueda bibliográfica se encontró que los análisis costo beneficio (ACB) requieren que las consecuencias de las intervenciones a evaluar sean expresadas en términos monetarios, lo que permite hacer comparaciones directas entre distintas alternativas por medio de la ganancia monetaria neta o razón de costo beneficio; es decir para que una alternativa sea viable la relación C/B, donde C representan los costos totales y B los beneficios totales, ambas en términos monetarios debería ser menor que 1, ya que los beneficios deben ser mayores que los costos en cualquier alternativa.

El hecho que tanto los beneficios como los costos estén expresados en una misma unidad facilita que los resultados finales sean analizados no sólo en el ámbito de la salud, sino que también en comparación a otros programas de impacto social.

En términos generales existen tres métodos para asignar un valor monetario a beneficios en salud: capital humano, preferencias reveladas y disposición de pago o valoraciones de contingencia. Cuando se utiliza el método de capital humano, los beneficios se cuantifican en relación al cambio o mejora de la capacidad en la productividad de los individuos medida por ingresos económicos asociados a esa productividad. Los estudios de preferencias reveladas por otra parte, buscan inferir la valoración de la salud a partir de las decisiones que toman los individuos en la práctica. Por ejemplo, se puede determinar la equivalencia entre el valor asociado al riesgo de tener un accidente laboral y el nivel de ingresos en una determinada profesión. Finalmente, en las valoraciones de contingencia, los individuos deben responder cuanto están dispuestos a gastar para obtener un determinado beneficio en salud o evitar los costos de una determinada enfermedad.

Una vez estudiados los análisis de costo beneficio, se procedió a formular un modelo basado en seleccionar ciertos parámetros esenciales que van a determinar tanto los costos como los beneficios, con ayuda del personal de ingeniería biomédica de la IPS Universitaria que son los encargados de manejar la mayoría de los procesos del ciclo de vida de la tecnología biomédica, se definieron unos rangos de evaluación para estos parámetros.

Como resultado de esto, se obtuvo los siguientes formatos mostrados en las Tablas 1 y 2, de cumplimiento para las diferentes alternativas a evaluar.

Tabla 1. Formato de cumplimiento de parámetros de costos para la evaluación.

CUMPLIMIENTO DE COSTOS DE LA TECNOLOGÍA						
PARÁMETROS	VARIABLES	CUMPLE (SI O NO)	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3	PROVEEDOR 4
PRECIO	DESCUENTOS FINANCIEROS	<3%				
		≥3%≤5%				
	PLAZO EN DÍAS	≥5%				
		<30				
		≥30 ó ≤60				
		≥60				
GARANTÍA	TIEMPO DE GARANTÍA (MESES)	<12				
		≥12 ó ≤24				
		≥24				
	NÚMERO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	<2				
		≥2 ó ≤4				
	COSTO DE GARANTÍA EXTENDIDA	≥4				
<\$1.000.000						
≥\$1.000.000≤\$4.000.000						
		≥\$4.000.000				
VIDA ÚTIL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL (AÑOS)	<5				
		≥5≤10				
		≥10				
CONSUMIBLES	TIEMPO DE SUMINISTRO DE CONSUMIBLES (AÑOS)	<5				
		≥5≤10				
		≥10				
ACCESORIOS Y REPUESTOS	TIEMPO DE SUMINISTRO DE CONSUMIBLES (AÑOS)	<5				
		≥5≤10				
		≥10				
CAPACITACIÓN	COSTO DE CAPACITACIÓN/HORA	<\$60.000				
		≥\$60.000≤\$150.000				
		≥\$150.000				
	PERSONAL DE CAPACITACIÓN	INGENIERO				
		TÉCNICO				
	DURACIÓN (HORAS)	1				
	2					
LUGAR CAPACITACIÓN	INTERNO					
	EXTERNO					
COSTO DE MANTENIMIENTO	VALOR CONTRATO ANUAL	<\$500.000				
		≥\$500.000≤\$1.000.000				
		≥\$1.000.000				
	VARIACIÓN DEL CONTRATO ANUAL	<19%				
		>19%				
NÚMERO DE PREVENTIVOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO	≥2≤4					
		≥4				

Tabla 2. Formato de cumplimiento de parámetros de beneficios para la evaluación.

CUMPLIMIENTO DE BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA						
PARÁMETROS	VARIABLES	CUMPLE (SI O NO)	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3	PROVEEDOR 4
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO					
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR ANUALMENTE (CANTIDAD)	<1000 ≥1000				
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES PARA ATENDER EL RESPECTIVO SERVICIO (ANUAL)	<1000 ≥1000				
	COMPETITIVIDAD A NIVEL NACIONAL	SI O NO				
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN	SI O NO				
	DOCENCIA	SI O NO				
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCION DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS (LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD)	SI O NO				
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS (CAPTURA, ALMACENAMIENTO, ANÁLISIS)	SI O NO				
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	SI O NO				
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL AL EMPLEAR LA TECNOLOGÍA	SI O NO				
	GESTIÓN AMBIENTAL (DISPOSICIÓN FINAL DEL EQUIPO OFERTADO)	SI O NO				

4.2. Desarrollo de las etapas 2 y 3 de la metodología.

Para las etapas 2 y 3 de la metodología implementada, se recurrió al formato de matriz de priorización de necesidades de la tecnología biomédica de la IPS Universitaria, el cual es un formato donde se llena de acuerdo a las prioridades de cada servicio que presta la institución de salud las necesidades de tecnología biomédica que requieren.

Después de hacer un análisis de esta matriz se seleccionó 3 adquisiciones de equipos biomédicos que realizó la IPS Universitaria Clínica León XIII; entre los que están: Monitores de Signos Vitales (MSV), Mesas de Cirugía y un Electrocardiógrafo y se consultó las diferentes ofertas que se realizaron para dicha adquisición. Como resultado de estas etapas se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en las Tablas 3, 4, 5, 6, 7, y 8, donde se detalla la información suministrada por cada alternativa con respecto a los parámetros que se formularon en el modelo.

Tabla 3. Descripción de los costos de los monitores de signos vitales (MSV).

Monitor de Signos Vitales (MSV) - BENEVISION N15		
PARÁMETROS DE COSTO	PROVEEDORES	
	COOMURCALCOL	GEMEDCO
PRECIO	\$39.984.000 + IVA	\$29.702.400 + IVA
	PAGO: 120 DÍAS	DESCUENTO: 5% PAGO A 30 DÍAS
GARANTÍA	3 AÑOS	2 AÑOS
		4 PREVENTIVOS INCLUIDOS EN LA GARANTIA
		COSTO DE GARANTÍA EXTENDIDA \$1.500.000 + IVA
VIDA ÚTIL	10 AÑOS	10 AÑOS
COSTO CONSUMIBLES	SE INCLUYEN EN LA GARANTÍA, PRECIO SE CONCERTA EN LA NEGOCIACIÓN	NO SE ESPECIFICA
ACCESORIOS Y REPUESTOS	SE INCLUYE EN LA GARANTÍA, PRECIO SE CONCERTA EN LA NEGOCIACIÓN	SE GARANTIZA EL SUMINISTRO DE REPUESTOS POR 5 AÑOS UNA VEZ TERMINE LA VIDA ÚTIL
COSTO CAPACITACIONES	\$60.000/HORA	\$100.000/HORA
COSTO MANTENIMIENTO	\$350.000, VARIACIÓN SEGÚN IPC. SE INCLUYEN 2 PREVENTIVOS.	\$350.000 +IVA, VARIACIÓN SEGÚN IPC. SE INCLUYEN 2 PREVENTIVOS ANUAL.
TOTAL	\$ 40.394.000,00	\$ 31.652.400,00

Tabla 4. Descripción de los beneficios de los Monitores de Signos Vitales (MSV).

MSV BENEVISION N15			
BENEFICIO		COOMURCALCOL	GEMEDCO
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	CIRUGÍA	CIRUGÍA
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	14 QUIRÓFANOS, PROMEDIO DE 10 CX DIARIAS	14 QUIRÓFANOS, PROMEDIO DE 10 CX DIARIAS
	COMPETIVIDAD A NIVEL NACIONAL	NA	NA
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA	NA	NA
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS	SI	SI
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS	SI	SI
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	SI	SI
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	SI	SI
	GESTIÓN AMBIENTAL	SI	SI

Tabla 5. Descripción de los costos de las mesas de cirugía.

MESAS DE CIRUGIA - HYBASE 6100			
PARÁMETROS DE COSTO	PROVEEDORES		
	COOMURCALCOL	TÉCNICA ELECTROMÉDICA	GEMEDCO
PRECIO	\$90.440.000 + IVA	\$61.475.000+ IVA	\$57.120.000 + IVA
		DESCUENTO: 5% PAGO 30 DÍAS	DESCUENTO: 5% PAGO 30 DÍAS
GARANTÍA	3 AÑOS	2 AÑOS	2 AÑOS
	INCLUYE 2 PREVENTIVOS	INCLUYE 4 PREVENTIVOS	INCLUYE 4 PREVENTIVOS
		COSTO DE LA GARANTÍA EXTENDIDA: \$1.000.000	COSTO GARANTÍA EXTENDIDA 8.700.000 + IVA
VIDA ÚTIL	5 AÑOS	7 AÑOS	10 AÑOS
COSTO CONSUMIBLES	SE SUMINISTRA POR 10 AÑOS	7 AÑOS	NO SE ESPECIFICA
ACCESORIOS Y REPUESTOS	SE SUMINISTRA POR 5 AÑOS	7 AÑOS	POR 5 AÑOS UNA VEZ TERMINE LA VIDA ÚTIL
COSTO CAPACITACIONES	NA	\$ 150.000/HORA	\$ 200.000/ HORA
COSTO MANTENIMIENTO	NO ESPECIFICA	\$ 1.000.000 VALOR CONTRATO ANUAL	\$ 700.000 VALOR CONTRATO ANUAL
		2 PREVENTIVOS EN EL CONTRATO	2 PREVENTIVOS EN EL CONTRATO
TOTAL	\$ 90.440.000,00	\$ 63.625.000,00	\$ 66.672.000,00

Tabla 6. Descripción de los beneficios de las mesas de cirugía.

MESAS DE CIRUGÍA HYBASE 6100				
BENEFICIO		PROVEEDORES		
		COOMURCALCOL	GEMEDCO	TECNICA ELECTROMÉDICA
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	CIRUGÍA	CIRUGÍA	CIRUGÍA
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	14 QUIRÓFANOS, PROMEDIO DE 10 CX DIARIAS	14 QUIRÓFANOS, PROMEDIO DE 10 CX DIARIAS	14 QUIRÓFANOS, PROMEDIO DE 10 CX DIARIAS
	COMPETIVIDAD A NIVEL NACIONAL	NA	NA	NA
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA	NA	NA	NA
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS	NO	SI	SI
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS	NA	NA	NA
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	NO	NO	NO
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	NO	SI	SI
	GESTIÓN AMBIENTAL	SI	SI	SI

Tabla 7. Descripción de los costos del Electrocardiógrafo.

ELECTROCARDÍOGRAFO BENEHEART R3			
PARÁMETROS DE COSTO	PROVEEDORES		
	IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA	QUANTRONICS S.A.S.	GENERAL MÉDICA DE COLOMBIA SAS
PRECIO	\$4.105.500 + IVA	US\$ 6.651 + IVA (\$19.953.000)*	7.818.300 + IVA
	DESCUENTO: 7% PAGO ANTICIPADO	DESCUENTO: 3% SIN ESPECIFICACION DE PLAZO	DESCUENTO: 3% PAGO 30 DÍAS
GARANTÍA	1 AÑO POR DEFECTOS DE FÁBRICA	2 AÑOS	2 AÑOS
	1 MANTENIMIENTO EN LA GARANTÍA	INCLUYE 4 PREVENTIVOS	INCLUYE 4 PREVENTIVOS
	LA CALIBRACIÓN NO SE INCLUYE EN LA GARANTÍA	COSTO DE LA GARANTÍA EXTENDIDA: USD\$ 400 + IVA, (\$1.200.000) 2 CALIBRACIONES EN LA GARANTÍA*	COSTO GARANTÍA EXTENDIDA: \$600.000
VIDA ÚTIL	10 AÑOS	10 AÑOS	5 AÑOS
COSTO CONSUMIBLES	SE SUMINISTRA POR 10 AÑOS	SE SUMINISTRA POR 10 AÑOS	SE SUMINISTRA POR 5 AÑOS
ACCESORIOS Y REPUESTOS	SE SUMINISTRA POR 10 AÑOS	SE SUMINISTRA POR 10 AÑOS	SE SUMINISTRA POR 5 AÑOS, UNA VEZ TERMINE LA VIDA ÚTIL
COSTO CAPACITACIONES	\$230.000/HORA	A CONVENIR	\$100.000/ HORA
	\$ 200.000 + IVA	USD\$ 280 +IVA (\$840.000) VALOR CONTRATO ANUAL*	\$400.000 + IVA VALOR CONTRATO ANUAL
COSTO MANTENIMIENTO	8% VARIACIÓN ANUAL CONTRATO MTTO, 1 PREVENTIVO EN EL CONTRATO	5%VARIACIÓN CONTRATO ANUAL, 2 PREVENTIVOS EN EL CONTRATO	2 PREVENTIVOS EN EL CONTRATO
TOTAL	\$ 8.671.000,00	USD 6.931 (\$20.793.000)*	\$ 8.918.300,00

* PARA REALIZARLA COMPARACION EN PRECIOS SE TOMÓ EL VALOR DEL DOLAR PROMEDIO DE \$3000 COP.

Tabla 8. Descripción de los beneficios del Electrocardiógrafo.

ELECTROCARDIÓGRAFO BENEHEART R3				
BENEFICIO		PROVEEDORES		
		IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA	QUANTRONICS S.A.S.	GENERAL MÉDICA DE COLOMBIA SAS
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS	TODOS LOS PROCEDIMIENTOS
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	PROMEDIO DE 1000 PACIENTES ANUAL	PROMEDIO DE 1000 PACIENTES ANUAL	PROMEDIO DE 1000 PACIENTES ANUAL
	COMPETITIVIDAD A NIVEL NACIONAL	NA	NA	NA
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA	NA	NA	NA
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS	SI	SI	SI
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS	SI	SI	SI
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	SI	SI	SI
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	SI	SI	SI
	GESTIÓN AMBIENTAL	SI	SI	NO

4.3. Desarrollo de la etapa 4 de la metodología.

Para la etapa 4 de la metodología, con la información recolectada de las diferentes alternativas que se ofertaron para la adquisición de las diferentes tecnologías, se procedió a realizar una simulación con el modelo de análisis costo beneficio formulado.

Es necesario tener en cuenta que para el análisis, la puntuación de cada ítem se realizó por aparte, tanto los costos como los beneficios, y se realiza calificando de la siguiente forma: 0 a la puntuación más baja, es decir la que representa un costo alto con respecto a las otras alternativas, 5 la que represente un valor intermedio en los costos, y 10 un valor apropiado, como se muestra en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Guía de ponderación para el cumplimiento de los parámetros de costo.

PUNTUACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE COSTOS			
PARÁMETRO	VARIABLES	RANGO EVALUACIÓN	PUNTUACIÓN (0 A 10)
PRECIO	DESCUENTOS FINANCIEROS	<3%	0
		≥3%≤5%	5
		≥5%	10
	PLAZO EN DÍAS	<30	0
		≥30 ó ≤60	5
		≥60	10
GARANTÍA	TIEMPO DE GARANTÍA (MESES)	<12	0
		≥12 ó ≤24	5
		≥24	10
	NÚMERO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	<2	0
		≥2 ó ≤4	5
		≥4	10
	COSTO DE GARANTÍA EXTENDIDA	<\$1.000.000	10
		≥\$1.000.000≤\$4.000.000	5
		≥\$4.000.000	0
VIDA ÚTIL	TIEMPO DE VIDA ÚTIL (AÑOS)	<5	0
		≥5≤10	5
		≥10	10
CONSUMIBLES	TIEMPO DE SUMINISTRO DE CONSUMIBLES (AÑOS)	<5	0
		≥5≤10	5
		≥10	10
ACCESORIOS Y REPUESTOS	TIEMPO DE SUMINISTRO DE CONSUMIBLES (AÑOS)	<5	0
		≥5≤10	5
		≥10	10
CAPACITACIÓN	COSTO DE CAPACITACIÓN/HORA	<\$60.000	10
		≥\$60.000≤\$150.000	5
		≥\$150.000	0
	PERSONAL DE CAPACITACIÓN	INGENIERO	10
		TÉCNICO	5
	DURACIÓN (HORAS)	1	5
		2	10
	LUGAR CAPACITACIÓN	INTERNO	10
EXTERNO		0	
COSTO DE MANTENIMIENTO	VALOR CONTRATO ANUAL	<\$500.000	10
		≥\$500.000≤\$1.000.000	5
		≥\$1.000.000	0
	VARIACIÓN DEL CONTRATO ANUAL	<19%	0
		≥19%	10
	NÚMERO DE PREVENTIVOS INCLUIDOS EN EL CONTRATO	≥2≤4	5
		≥4	10

Tabla 10. Guía de ponderación para los parámetros de beneficio.

PUNTUACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE BENEFICIOS				
PARÁMETRO	OBSERVACIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	RANGO EVALUACIÓN	PUNTUACIÓN (0 A 10)
ÁREA DE SERVICIO	DENTRO DE LA PROPUESTA DE CADA PROVEEDOR SE DEBE EXPLICAR SI LA TECNOLOGÍA ES APROPIADA PARA EL SERVICIO DONDE SE SOLICITA	SI CUMPLE LOS REQUISITOS PARA EL SERVICIO DONDE SE SOLICITA SE LE DA UN VALOR DE 10 PUNTOS, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA EL VALOR DE 0 PUNTOS	SI	10
			NO	0
			NA	NA
PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	EN LA PROPUESTA SE DEBE EXPLICAR SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS APROPIADOS PARA PRESTAR LOS SERVICIOS QUE SOLICITA LA INSTITUCIÓN	SI CUMPLE CON LA CANTIDAD MÍNIMA DE PROCEDIMIENTOS QUE SE NECESITA EN LA CLINICA SE LE ASIGNA UN PUNTAJE DE 10 PUNTOS, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA UN VALOR DE 0 PUNTOS	<1000	0
			≥1000	10
CANTIDAD DE PACIENTES PARA ATENDER EL RESPECTIVO SERVICIO (ANUAL)	EN LA PROPUESTA SE DEBE ESPECIFICAR SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA ES CAPAZ DE SOPORTAR LA DEMANDA DE PACIENTES DE ACUERDO A LOS SERVICIOS DE LA INSTITUCIÓN	DEPENDE DEL RANGO DE PACIENTES QUE ATIENDA CADA SERVICIO	<1000	0
			≥1000	10
COMPETITIVIDAD A NIVEL NACIONAL	ESTE ÍTEM SE DEBE EVALUAR CUANDO LA TECNOLOGÍA ES NACIONAL, ES DECIR LA PROPUESTA PRESENTADA DEBE EXPLICAR QUE BENEFICIOS TIENE CON RESPECTO A TECNOLOGÍAS SIMILARES A LAS OFERTADAS	SI CUMPLE CON BENEFICIOS LA TECNOLOGÍA NACIONAL SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA
INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA	LA PROPUESTA DEBE ESPECIFICAR SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA ES APROPIADA PARA TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA DE ACUERDO A LA MISIÓN Y VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN DE SALUD	SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA
FLEXIBILIDAD Y REDUCCION DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS (LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD)	SE DEBE EXPLICAR SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA PERMITE TRABAJAR DE UNA FORMA DIFERENTE CON MAS LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD FACILITANDO UNA COMUNICACIÓN MAS EFICIENTE Y FLUIDA EN LOS PROCESOS DONDE SE VA A UTILIZAR	SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LAS OBSERVACIONES DE ESTE PARÁMETRO SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA

ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS (CAPTURA, ALMACENAMIENTO, ANÁLISIS)	SE DEBE EXPLICAR SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA OFRECE LAS OPCIONES DE CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS PARA EXAMINAR EL ESTADO DEL PACIENTE	SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LAS OBSERVACIONES DE ESTE PARÁMETRO SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA
SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	SE DEBE EXPLICAR SI GRACIAS AL REGISTRO DE DATOS, PERMITE HACER OBSERVACIONES DE FORMA RÁPIDA, LO QUE CONLLEVA A UNA MENOR PROBABILIDAD DE ERRORES CON EL PACIENTE GRACIAS A LAS FUNCIONES DE DICHA TECNOLOGÍA	SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LAS OBSERVACIONES DE ESTE PARÁMETRO SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA
GESTIÓN AMBIENTAL (DISPOSICIÓN FINAL DEL EQUIPO OFERTADO)	LA PROPUESTA INCLUYE LAS DISPOSICIÓN FINAL DE LA TECNOLOGÍA OFERTADA, O SI CUENTA CON ALGUN REGLAMENTO DE DISPOSICIÓN FINAL DE REPUESTOS O EQUIPOS OBSOLETOS	SI LA TECNOLOGÍA OFERTADA CUMPLE CON LAS OBSERVACIONES DE ESTE PARÁMETRO SE LE ASIGNA EL MÁXIMO VALOR, CASO CONTRARIO SE LE ASIGNA 0 PUNTOS, EN EL CASO DE QUE LA TECNOLOGÍA OFERTADA NO APLIQUE, ESTE ÍTEM NO SE EVALUA.	SI	10
			NO	0
			NA	NA

4.4. Desarrollo de la etapa 5 de la metodología.

El resultado del análisis costo beneficio para las 3 tecnologías se muestran en las Tablas 11, 12, 13, 14, 15, y 16.

Tabla 11. Cuantificación de los costos para los Monitores de Signos Vitales (MSV).

MSV N15		PUNTUACIÓN	
PARÁMETROS DE COSTO	PUNTUACIÓN DE VARIABLES A TENER EN CUENTA	COOMURCALCOL	GEMEDCO
PRECIO	20	10	10
GARANTÍA	30	10	25
VIDA ÚTIL	10	10	10
COSTO CONSUMIBLES	10	0	10
ACCESORIOS Y REPUESTOS	10	0	10
COSTO CAPACITACIONES	40	40	35
COSTO MANTENIMIENTO	30	30	30
	TOTAL	100	130

Tabla 12. Cuantificación de los beneficios para los Monitores de Signos Vitales (MSV).

MSV N15			PUNTUACIÓN	
PARÁMETROS BENEFICIO	ÍTEMS A EVALUAR	PUNTUACIÓN VARIABLES A TENER EN CUENTA	COOMURCALCOL	GEMEDCO
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	10	10	10
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	10	10	10
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	10	10	10
	COMPETIVIDAD A NIVEL NACIONAL	10	0	0
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN	10	0	0
	DOCENCIA	10	0	0
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS (LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD)	20	20	20
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS (CAPTURAS, ALMACENAMIENTO, ANÁLISIS)	30	30	20
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	10	10	10
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	10	10	10
	GESTIÓN AMBIENTAL	10	10	10
		TOTAL	110	100

Tabla 13. Cuantificación de los costos para la Mesa de Cirugía.

MESA DE CIRUGÍA HYBASE 6100		PUNTUACIÓN		
PARÁMETROS COSTO	PUNTUACIÓN VARIABLES A TENER EN CUENTA	COOMURCALCOL	GEMEDCO	TÉCNICA ELECTROMÉDICA
PRECIO	20	0	20	10
GARANTÍA	30	15	15	25
VIDA ÚTIL	10	5	10	5
COSTO CONSUMIBLES	10	10	0	5
ACCESORIOS Y REPUESTOS	10	5	5	10
COSTO CAPACITACIONES	40	0	35	40
COSTO MANTENIMIENTO	30	0	20	15
TOTAL		35	105	110

Tabla 14. Cuantificación de los beneficios para la mesa de Cirugía.

MESA CIRUGÍA HYBASE 6100			PUNTUACIÓN		
PARÁMETROS BENEFICIO	ÍTEMS A EVALUAR	PUNTUACIÓN VARIABLES A TENER EN CUENTA	COOMURCALCOL	GEMEDCO	TÉCNICA ELECTROMÉDICA
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	10	10	10	10
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	10	10	10	10
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	10	10	10	10
	COMPETIVIDAD A NIVEL NACIONAL	10	0	0	0
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN	10	0	0	0
	DOCENCIA	10	0	0	0
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCION DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS (LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD)	20	0	20	20
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS (CAPTURAS, ALMACENAMIENTO, ANÁLISIS)	30	NA	NA	NA
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	10	0	0	0
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	10	0	10	10
	GESTIÓN AMBIENTAL	10	0	10	10
TOTAL		140	30	70	70

Tabla 15. Cuantificación de los costos para el electrocardiógrafo.

ELECTROCARDÍOGRAFO		PUNTUACIÓN		
PARÁMETROS COSTO	PUNTUACIÓN VARIABLES A TENER EN CUENTA	IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA	QUANTRONICS S.A.S.	GENERAL MÉDICA DE COLOMBIA SAS
PRECIO	20	10	0	0
GARANTÍA	30	5	25	30
VIDA ÚTIL	10	10	10	5
COSTO CONSUMIBLES	10	10	10	5
ACCESORIOS Y REPUESTOS	10	10	10	5
COSTO CAPACITACIONES	40	30	15	40
COSTO MANTENIMIENTO	30	25	15	15
	TOTAL	100	85	100

Tabla 16. Cuantificación de los beneficios para el Electrocardiógrafo.

ELECTROCARDÍOGRAFO			PUNTUACIÓN		
PARÁMETROS BENEFICIO	ÍTEMS A EVALUAR	PUNTUACIÓN VARIABLES A TENER EN CUENTA	IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA	QUANTRONICS S.A.S.	GENERAL MÉDICA DE COLOMBIA SAS
ECONÓMICO	ÁREA DE SERVICIO	10	10	10	10
	PROCEDIMIENTOS A REALIZAR	10	10	10	10
SOCIAL	CANTIDAD DE PACIENTES	10	10	10	10
	COMPETITIVIDAD A NIVEL NACIONAL	10	0	0	0
INSTITUCIONAL	INVESTIGACIÓN	10	0	0	0
	DOCENCIA	10	0	0	0
PARÁMETROS ADICIONALES	FLEXIBILIDAD Y REDUCCION DEL ESTRÉS EN LOS PROCEDIMIENTOS (LIBERTAD Y FLEXIBILIDAD)	20	20	20	10
	ANÁLISIS DE DATOS FRENTE A RIESGOS EN LOS PROCEDIMIENTOS (CAPTUR, ALMACENAMIENTO, ANÁLISIS)	30	30	30	20
	SUPERVISIÓN RÁPIDA Y EFECTIVA DE LOS PACIENTES	10	10	10	10
	MOTIVACIÓN DEL PERSONAL	10	10	10	10
	GESTIÓN AMBIENTAL	10	10	10	0
	TOTAL	140	110	110	80

Una vez cuantificados los costos y los beneficios, se realizó el ACB para cada alternativa, como se muestran en las tablas 17, 18 y 19.

Tabla 17. Relación costo beneficio para los Monitores de Signos Vitales (MSV).

Monitores de Signos Vitales (MSV) N15		
PROVEEDOR	COOMURCALCOL	GEMEDCO
SUMATORIA COSTOS	100	130
SUMATORIA BENEFICIOS	110	100
RELACIÓN C/B	0,9	1,3
RELACION B/C	1,1	0.69

Tabla 18. Relación costo beneficio para la Mesa de Cirugía.

MESA DE CIRUGÍA HYBASE 6100			
PROVEEDOR	COOMURCALCOL	GEMEDCO	TÉCNICA ELECTROMÉDICA
SUMATORIA COSTOS	35	105	110
SUMATORIA BENEFICIOS	30	70	70
RELACIÓN C/B	1,2	1,5	1,6

Tabla 19. Relación costo beneficio para el Electrocardiógrafo.

ELECTROCARDÍOGRAFO			
PROVEEDOR	IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA	QUANTRONICS S.A.S.	GENERAL MÉDICA DE COLOMBIA SAS
SUMATORIA COSTOS	100	85	100
SUMATORIA BENEFICIOS	110	110	80
RELACIÓN C/B	0,9	0,8	1,3

A manera de discusión de los resultados presentados, y teniendo en cuenta el criterio de análisis costo beneficio que se definió, en el que la mejor alternativa que se debe seleccionar para adquirir una tecnología biomédica es la que los beneficios sean más que los costos, es decir que la relación C/B debe ser menor que 1.

Como se observa en la Tabla 17 y 19, referente a los monitores de signos vitales y al electrocardiógrafo respectivamente, para los monitores de signos vitales, el proveedor Coomurcalcol fue el que mejor relación C/B obtuvo con respecto al proveedor Gemedco, es decir, según el modelo formulado de análisis costo beneficio la oferta presentada por el proveedor Coomurcalcol gana la puntuación, lo cual concuerda con la selección que hizo el departamento de Ingeniería Biomédica de la IPS Universitaria y por ende el área de compras de la IPS Universitaria, quienes son los que se encargan de realizar las respectivas adquisiciones.

Para el electrocardiógrafo el proveedor IME IMPORT MEDICAL COLOMBIA, y el proveedor QUANTRONICS S.A.S fueron los que mejor relación C/B obtuvieron con respecto al otro proveedor, sin embargo QUANTRONICS S.A.S obtuvo el mejor resultado con un valor de 0.8, la leve diferencia entre las dos propuestas se puede observar en la Tabla 15, donde la sumatoria de los costos para IME IMPORT MEDICAL son más altos que QUANTRONICS, esto se debe a que IME IMPORT MEDICAL tiene unas ponderaciones más altas en los parámetros de costo de capacitaciones y costo de mantenimiento como se observa en la Tabla 12; con el modelo formulado la opción a seleccionar sería la del proveedor QUANTRONICS S.A.S , a pesar de esto, la oferta que selecciono la IPS Universitaria fue la de IME IMPORT MEDICAL; lo que sugiere verificar si los parámetros que están haciendo la diferencia en la ponderación son necesarios tenerlos en cuenta para una selección adecuada de la tecnología.

Con respecto a la Tabla 14, referente a la mesa de cirugía, se puede observar que ningún proveedor obtuvo un análisis costo beneficio favorable, ya que todos obtuvieron valores mayores a 1, sin embargo el proveedor Coomurcalcol dio un valor de 1.2, valor menor con respecto a los

otros dos proveedores; esto concuerda con la selección de proveedor y la adquisición de la tecnología que hizo la IPS Universitaria.

Estos valores mayores a 1 se deben a que la cuantificación total de los parámetros de costos superan a los beneficios de la tecnología ofertada, en estos casos sería muy importante revisar si aparte de los parámetros escogidos deberían seleccionarse más parámetros determinantes o eliminar parámetros que no representan cierta significancia en la ponderación tanto de los costos como los beneficios, esto con el fin de buscar una mejor relación C/B.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la simulación de la evaluación de las tres tecnologías biomédicas escogidas para la selección de tecnología biomédica, se sugiere que, una metodología adecuada a implementar en una evaluación de tecnología biomédica basada en el análisis de costo beneficio, es la ponderación a partir de la diferenciación de parámetros que determinan los costos y beneficios de la tecnología biomédica que se requiere seleccionar, ya que permiten hacer un seguimiento claro de principio a fin al momento de identificar una opción idónea en términos de inversión.

El modelo desarrollado de análisis costo beneficio, guía al usuario para realizar una evaluación de manera sencilla y sistemática, ya que permite identificar las variables que determinan los costos y beneficios que ofrecen los distintos proveedores a la hora de seleccionar la tecnología apropiada y adecuada según los requerimientos que se necesitan, lo cual conlleva a la toma de decisiones objetivas de acuerdo a la organización de los procesos y procedimientos de la IPS Universitaria Clínica León XIII, permitiendo el cumplimiento de los estándares de calidad.

Como resultado de la simulación del análisis costo beneficio se identificó, que en ciertos casos la relación C/B, es mayor que 1, lo cual representa una opción no viable para la selección de tecnología biomédica, en estos casos se recomienda al área de Ingeniería Biomédica hacer una revisión de los parámetros que se incluyeron en el modelo, con el fin de determinar si se eliminan o se agregan variables, logrando que la ponderación se modifique, de tal forma que los beneficios sean mayores que los costos.

La implementación de un modelo de evaluación de tecnología biomédica basado en el análisis costo beneficio en una Institución de Salud, en muchas ocasiones no será viable realizarlo, tal y como se observa actualmente, debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19, donde las adquisiciones de equipos biomédicos se efectúan de manera urgente, sin realizar las respectivas

evaluaciones clínicas, técnicas y económicas, sin tener en cuenta costos ni beneficios, ya que se debe suplir las necesidades de una manera apremiante, pues la vida del ser humano es fundamental.

RECOMENDACIONES

Como recomendación, para que el modelo de evaluación basado en el análisis costo beneficio implementado, sea óptimo, es necesario la participación de las áreas interdisciplinarias que intervienen en el proceso de selección y adquisición de la tecnología biomédica en la IPS Universitaria Clínica LEON XII, con el fin de evaluar de una manera más objetiva, logrando así la buena toma de decisiones en la Institución.

REFERENCIAS

CONSUELO, D. V. (18 de Octubre de 2020). *Guía para la evaluación de tecnologías de salud (ETS) en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS)*. Obtenido de Guía para la evaluación de tecnologías de salud (ETS) en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS):

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia_evaluacion_de_tecnologias_en_salud.pdf

CONSUELO, D. V. (5 de Noviembre de 2020). *GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD EN IPS*. Obtenido de GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD EN IPS:

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Guia_evaluacion_de_tecnologias_en_salud.pdf

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA SALUD. (15 de Octubre de 2020). Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/detes/metodologico_ETES.pdf

Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud. Manual para la elaboración de evaluaciones económicas. (17 de Octubre de 2020). Obtenido de Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud. Manual para la elaboración de evaluaciones económicas: https://www.iets.org.co/Archivos/64/Manual_evaluacion_economica.pdf

La evaluación de nuevas tecnologías en salud en hospitales. (2016). En J. G. Barrientos Gómez, A. E. Marín Castro, L. Becerra Ruiz, & M. A. Tobón Arango. Medellín- Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

La importancia de los dispositivos médicos para atender las necesidades sanitarias mundiales. (15 de Octubre de 2020). Obtenido de La importancia de los dispositivos médicos para atender las necesidades sanitarias mundiales.: <http://isanidad.com/33512/la-importancia-de-los-dispositivos-medicos-para-atender-las-necesidades-sanitarias-mundiales/>

LEONARDO CUBILLOS TURRIAGO, M. M. (17 de Octubre de 2020). *EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD: APLICACIONES Y RECOMENDACIONES EN EL*. Obtenido de EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN SALUD: APLICACIONES Y RECOMENDACIONES EN EL:

<https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Evaluacion%20de%20Tecnologias%20en%20Salud.pdf>

TORRES, E. (2016). *El ciclo de vida de la gestión de la tecnología Biomédica - Ingeniería Biomédica*. Obtenido de El ciclo de vida de la gestión de la tecnología Biomédica - Ingeniería Biomédica.: <https://www.ingbiomedica.com/blog/el-ciclo-de-vida-de-la-gestion-de-la-tecnologia-biomedica/>

ZARATE, V. (2010). Evaluaciones económicas en salud:. *Rev Med Chile*, 93-97.

ANEXOS

Documento Excel: ViverosWilliam_2021_ModeloCostoBeneficio