

**ANÁLISIS METODOLÓGICO PARA LA RENOVACIÓN Y FINANCIACIÓN DE EQUIPOS
BIOMÉDICOS DE INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SALUD DE ALTA COMPLEJIDAD**

**Cristian David Largo Lugo
María Alejandra Parra Vásquez**

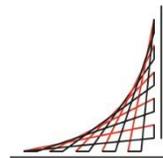
Práctica Profesional

Tutor

MSc. Jefferson Sarmiento Rojas



**Universidad del
Rosario**



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

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

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios y a nuestras familias por acompañarnos y apoyarnos todos los días en esta etapa de nuestras vidas. A nuestro director de proyecto el ingeniero **Jefferson Sarmiento Rojas** y al personal de la Fundación Cardioinfantil quienes apoyaron nuestro aprendizaje durante las prácticas, por las horas dedicadas a nuestro trabajo de grado para optar el título de ingeniero Biomédico sin contemplación y disponibilidad inmejorable. Los aportes y la exigencia que depositaron en esta investigación nos han engrandecido y beneficiado no solo para nuestro desempeño académico y profesional si no al crecimiento a nivel personal.

TABLA DE CONTENIDO

1.	LISTA DE TABLAS	4
2.	LISTA DE FIGURAS	5
3.	LISTA DE ANEXOS.....	6
4.	GLOSARIO.....	7
5.	RESUMEN.....	8
6.	INTRODUCCIÓN	9
7.	OBJETIVOS	10
8.	Metodología.....	11
8.1	Problema a solucionar	11
8.2	Fases del proyecto.....	12
1.	Identificación.....	12
2.	Preparación.....	14
3.	Evaluación y programación	16
9.	RESULTADOS	18
1.	Identificación	18
2.	Preparación	23
3.	Evaluación y Programación.....	26
10.	DISCUSIÓN.....	28
11.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	30
12.	CONCLUSIONES.....	31
13.	Referencias.....	32

1. LISTA DE TABLAS

Tabla I OPORTUNIDAD DE CITAS EN SALAS DE HEMODINAMIA.....	19
Tabla II ÍNDICES DE OBSOLESCENCIA-ANGIÓGRAFOS	19
Tabla III TASA DE MORTALIDAD 2017-2019 EN SALAS DE HEMODINAMIA	19
Tabla IV NÚMERO DE PROCEDIMIENTOS DE 3 ESPECIALIDADES DE LAS SALAS DE HEMODINAMIA DE 2014-2019	20
Tabla V PORCENTAJE DE CAPACIDAD INSTALADA ACTUAL	21
Tabla VI TABLA DE INDICADORES QUE MEDIRÁN LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.....	22
Tabla VII SERVICIOS O DEMANDAS A SATISFACER	23
Tabla VIII CRITERIOS DE EVALUACIÓN CLÍNICA, TÉCNICA Y COMERCIAL.....	24
Tabla IX POSIBLES RIESGOS QUE PODRÍAN PRESENTARSE DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO	25

2. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de trabajo de MGA.....	11
Figura 2. Árbol de problemas.....	12
Figura 3. Árbol de objetivos.....	13
Figura 4. Criterios evaluación de obsolescencia.....	14
Figura 5. Estructura de la cadena de valor.....	16
Figura 6 Esquema de flujo de caja.....	17
Figura 7. Comparación de número de procedimientos por año y especialidad.....	20
Figura 8. Proyección gráfica de procedimientos de Hemodinamia Adultos.....	21
Figura 9. Proyección gráfica de procedimientos de Electrofisiología.....	21
Figura 10. Oferta, demanda y proyección de procedimientos de Hemodinamia adultos(H), pediátrica (HP) y Electrofisiología (EEF).	24
Figura 11. Cadena de valor del proyecto con sus respectivos productos o entregables ...	25
Figura 12. Proyección de operación (Ventas, costo de venta, utilidades) de FCI-IC en los próximos 10 años	26

3. LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Diagrama de Gantt	33
Anexo 2. Cronograma estimado de salas de intervencionismo.....	34

4. GLOSARIO

Angiógrafo: Los sistemas de angiografía están diseñados para realizar procedimientos de intervención vascular y de diagnóstico, que permiten obtener imágenes en tiempo real del flujo sanguíneo y actividad en órganos vasculares, con el propósito de determinar si existe enfermedad, estrechamiento, agrandamiento y obstrucción en los vasos sanguíneos [1].

FCI-IC: Fundación Cardioinfantil - Instituto de Cardiología.

Intervencionismo: especialidad médica dedicada al diagnóstico y tratamiento mediante la realización de procedimientos mínimamente invasivos, guiados por estudios de imágenes diagnósticas [2].

Joint Comission: es una organización sin fines de lucro, no gubernamental, e independiente que está autorizada para acreditar organizaciones de salud certificadas y programas de salud, dándole reconocimiento y certificando que tiene un nivel óptimo en calidad. [3]

MGA: Metodología general ajustada.

Morbilidad: Cantidad de personas enfermas en un lugar

Oportunidad: Número de días que transcurren desde que se solicitó la cita, hasta el día que fue atendido [4].

Polígrafo: Equipo computarizado, para el registro y análisis de la actividad electrofisiológica cardíaca [5]

5. RESUMEN

Introducción: Uno de los servicios que ofrece la institución es el de hemodinamia e intervencionismo, siendo uno de los focos principales los procesos llevados a cabo en las salas de hemodinamia, en 2019 se registraron 3746 procedimientos quirúrgicos solamente de hemodinamia (adultos), aproximadamente 86,3% más que en el 2014, en estas salas se realizan en promedio 550 procedimientos mensuales en todos los servicios del área, siendo el flujo total de 6656 pacientes en el 2019. Este crecimiento con mayor complejidad en casos clínicos ha generado problemas de tiempos en los procedimientos, tiempos que anteceden la intervención del paciente, congestión e inoportunidad en la atención, limitando así el acceso de los usuarios a los servicios, el presente trabajo muestra el proceso de renovación de equipos de angiografía, un fluoroscopio y un polígrafo de las salas de hemodinamia, como propuesta para dar solución a la necesidad de mejorar el servicio.

Objetivo: El objetivo de este estudio es determinar la viabilidad del proyecto de renovación de equipos de angiografía y el fluoroscopio de las salas de intervencionismo, mediante la estructuración en fases de identificación, preparación, evaluación y programación, en las cuales se realizará un análisis estadístico del problema actual, a nivel interno y nacional, así como el planteamiento de una solución, que involucrará un análisis financiero, clínico y técnico de la tecnología, y posteriormente realizar un seguimiento con los indicadores de referencia establecidos.

Metodología: Para llevar a cabo el proyecto fue necesario realizar un análisis completo de todas las variables que justifiquen la planeación, ejecución y evaluación del proyecto, tales como indicadores de oportunidad, cantidad de procedimientos, satisfacción al paciente, entre otros. Al ser un proyecto de alta magnitud (reúne información de las áreas de hemodinamia e intervencionismo, experiencia al paciente, central de información), es necesario la implementación de una metodología para organizar la información y estructurar el proyecto. La metodología MGA (Metodología General Ajustada), es una herramienta creada por la Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas del Departamento Nacional de Planeación, ajustada por cada gobierno entrante desde el 2003. La función de esta metodología es la presentación y evaluación ex ante (evaluación de los resultados proyectados) de los proyectos de inversión pública, por lo que en este proyecto se pretende estructurar el proceso de renovación de equipos de angiografía y un fluoroscopio de las salas de hemodinamia en el marco de la MGA.

Resultados: Al usar la Metodología General Ajustada (MGA), se logra estructurar el proyecto en fases. En la fase de Identificación se plantea la problemática mediante datos estadísticos, se sustenta el por qué es necesario desarrollar el proyecto y se plantea una propuesta que dé solución a la necesidad. En la fase de preparación se evalúa el impacto que tendría la propuesta planteada en la población y se analizan diferentes factores de su ejecución. En las fases de Evaluación y Programación se analiza la viabilidad económica de la institución y plan para financiar el proyecto, además se plantean indicadores de evaluación los cuales serán tenidos en cuenta para evaluar la correcta ejecución del proyecto.

Conclusiones: Al estructurar el proyecto en el margen de la metodología MGA, se logró organizar y clasificar la información, identificando el problema incluyendo sus causas, efectos y así presentar una propuesta que dé solución a las necesidades expuestas. Una vez se evaluó la propuesta planteada y sometiéndola a los diferentes criterios de evaluación financiera, los aspectos técnicos de los equipos a renovar y el impacto positivo que tendría en el servicio de hemodinamia, se determinó que el proyecto propuesto es viable.

6. INTRODUCCIÓN

La fundación Cardioinfantil (FCI)- Instituto de Cardiología fue fundada en 1973 por los doctores Reinaldo Cabrera y Camilo Cabrera, cuyo objetivo estuvo orientado en crear una institución de la más alta calidad científica y humana buscando brindar un servicio gratuito a la población infantil de escasos recursos con enfermedades del corazón. Actualmente la FCI cuenta con programas sociales del cual resalta “regale una vida” en el que un equipo interdisciplinario viaja por Colombia brindando atención a 3000 niños cada año, en el 2018 este programa obtuvo el Premio de Oro a la Excelencia IHF como el mejor programa de Responsabilidad Social Corporativa de hospitales en el mundo [6].

FCI es una Institución prestadora de Salud (IPS) de cuarto nivel – Alta complejidad, cuenta con 68 especialidades y es reconocido por el ranking de la Revista América Economía como el 1er hospital en Colombia y 3ero en Latinoamérica. Además, la Fundación está acreditada nacionalmente por el Ministerio de Salud y el ICONTEC , además es reconocido como Hospital Universitario y cuenta con acreditación internacional por parte de la Joint Commission Internacional [7] [8].

La práctica profesional en el área de ingeniería biomédica de La Fundación Cardioinfantil consiste en brindar apoyo el proceso de seguimiento y análisis de causalidad de correctivos en equipos biomédicos, actualización del inventario total de equipos biomédicos, la elaboración de protocolos para la inspección de tecnología biomédica en áreas críticas, participar en las actividades de tecnovigilancia, clasificación de certificados y evaluaciones de equipos del área de metrología (pesas, esfigmomanómetros, neveras y congeladores), desarrollar estrategias para minimización del riesgo en el uso de la tecnología, apoyar en la renovación de licencias de imágenes diagnósticas y brindar apoyo en la elaboración del proyecto para establecer el “Pipeline de Tecnología”.

Actualmente la FCI ofrece el servicio de hemodinamia e intervencionismo Cardiovascular, para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. En sus instalaciones cuenta con 4 salas de intervencionismo, en las cuales se hacen en promedio 6656 procedimientos quirúrgicos anuales, entre cardio pediatría, intervencionismo, hemodinamia adulto, electrofisiología, neuro intervencionismo, radio intervencionismo y radioterapia; según las estadísticas institucionales se evidencia un crecimiento en el flujo de pacientes, así como en la complejidad en casos clínicos generando problemas en los tiempos de procedimientos, tiempos que anteceden la intervención del paciente, congestión e inoportunidad en la atención, limitando así el acceso de los usuarios a los servicios. Adicionalmente, los equipos con los que se cuenta en estas salas presentan un alto índice de obsolescencia.

En respuesta a las necesidades se plantea un proyecto para la renovación de las salas de hemodinamia, basándonos en un proceso de planeación, seguimiento y evaluación. Debido a que es un proyecto que busca inversión pública se adopta la metodología MGA (Metodología General Ajustada), la cual es una herramienta creada por la Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas del Departamento Nacional de Planeación, ajustada por cada gobierno entrante desde el 2003. La función de esta herramienta es la presentación y evaluación ex ante (evaluación de los resultados proyectados) de los proyectos de inversión pública [9]. Con la implementación de este proyecto se busca mejorar la calidad de atención de pacientes cardiovasculares con medicina de precisión, renovación tecnológica, mejora de flujos asistenciales y procesos en accesibilidad, oportunidad, seguridad, pertinencia, continuidad y experiencia del paciente.

7. OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la viabilidad del proyecto de renovación de equipos de angiografía, el fluoroscopio y el polígrafo de las salas de intervencionismo mediante la implementación de la metodología general ajustada.

Objetivos Específicos

- Estructurar el proyecto en fases de identificación, preparación, evaluación y programación.
- Realizar un análisis estadístico del problema actual, tanto a nivel interno como a nivel nacional, teniendo en cuenta los indicadores de referencia de los resultados proyectados.
- Establecer a partir de los análisis financieros clínicos y técnicos una solución integral para la renovación de las tecnologías.

8. Metodología

8.1 Problema a solucionar

Actualmente el servicio de hemodinamia brindado por la fundación se ha visto afectado debido a la obsolescencia tanto de los equipos como de la infraestructura, además del crecimiento de la demanda de procedimientos quirúrgicos llevados a cabo en estas salas. Por lo tanto, parte del proyecto es sustentar esta problemática e identificar sus respectivas causas y efectos para poder plantear una alternativa que dé solución a las necesidades.

Para abordar la problemática se plantea el desarrollo del proyecto basándose en MGA, con el fin de justificar la necesidad de la renovación de los angiogramas y el fluoroscopio y organizar toda la información requerida.



Figura 1. Flujo de trabajo de MGA. Tomado de [9]

En la Figura 1. Flujo de trabajo de MGA. Tomado de se muestra el flujo de trabajo recomendado por la MGA para desarrollar el proyecto, esta metodología está orientada para presentar proyectos ante el estado buscando financiación para su ejecución, para efectos de este documento se omitirán subfases que no son de interés y aporten al objetivo del proyecto.

8.2 Fases del proyecto

El proyecto se divide en 4 fases como se muestra en el Anexo 1, en donde se muestra la planeación del proyecto, que corresponden a los módulos de la MGA. Los cuales son:

1. Identificación.

En el proceso de identificación se buscó analizar y comprender desde situaciones que afectan negativamente a los pacientes como aquellas otras que representan posibles oportunidades de desarrollo para el grupo de colaboradores en FCI. Esta fase comienza con el diagnóstico de la situación problema, desarrollado por medio de una mesa de trabajo entre profesionales de las distintas áreas del hospital y la recolección de toda la información que soporte la situación actual, no solo desde el punto de vista interno sino también de la población a nivel nacional. Además, concluye con el análisis del planteamiento de un plan de acción que busca dar solución a la problemática favoreciendo a los pacientes.

Se divide principalmente en 3 subfases, la definición del problema, los objetivos del proyecto y las alternativas para darle solución al problema planteado.

1.1 Definición del problema

En la definición del problema se empleó la técnica denominada árbol de problemas [10], mediante esta técnica se organizó la información en un modelo de relaciones causales en forma de árbol, el cual permitió determinar las causas y efectos del problema identificado, como se muestra en la *Figura 2*, en el cual el problema se asimila al tronco del árbol, las causas son las raíces y el follaje son los efectos. En la lógica del diagrama cada elemento del árbol es consecuencia de lo que está debajo de él, de esta manera se identificó el problema, las causas directas e indirectas que lo generan y los efectos directos e indirectos que produce.

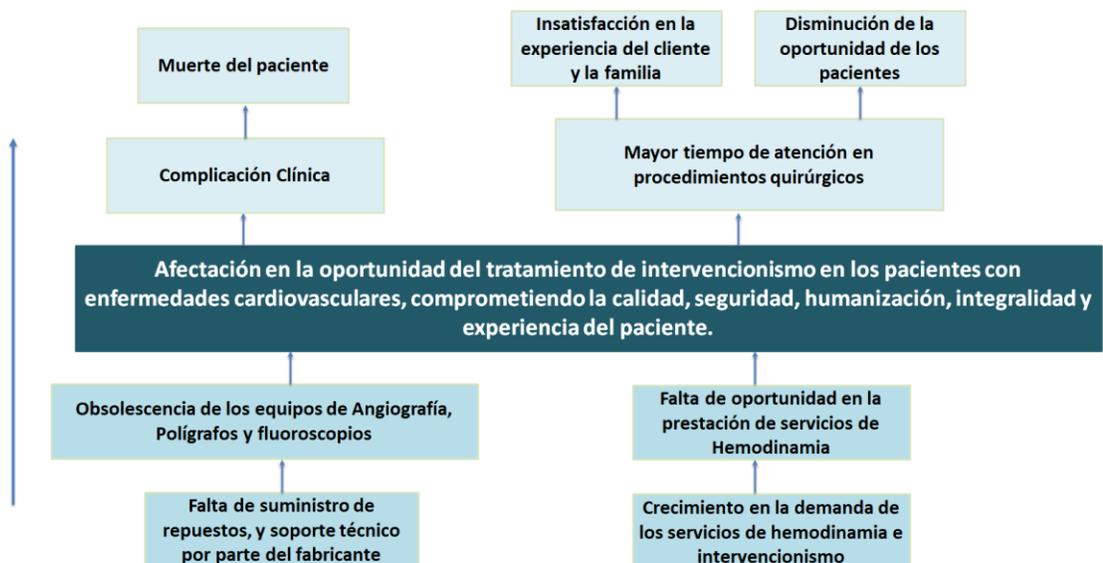


Figura 2. Árbol de problemas.

1.2 Determinación de los objetivos del proyecto

Para determinar los objetivos del proyecto se aplicó la técnica de árbol de objetivos, el cual se muestra en la Figura 3, la cual consistió en adoptar el árbol de problemas y reescribirlo en positivo teniendo en cuenta las siguientes consideraciones [4]:

- El problema principal del árbol de problemas pasó a ser el objetivo general.
- Las causas directas se toman como los objetivos específicos.
- Los efectos directos e indirectos se convierten en fines.

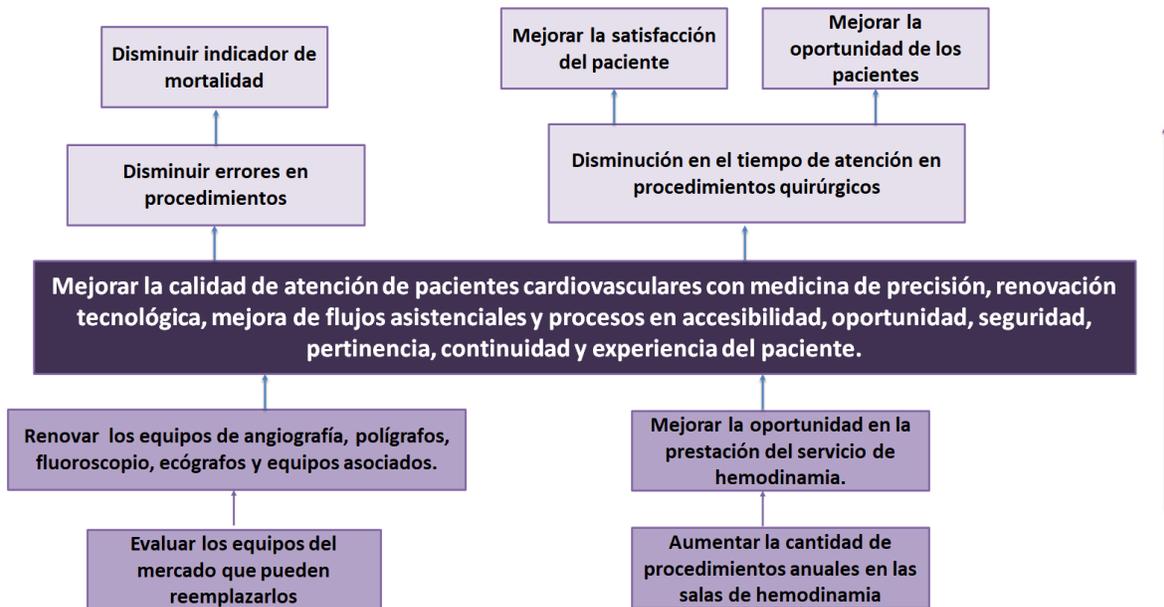


Figura 3. Árbol de objetivos

Según los indicadores que se establecieron en la definición del problema, se seleccionaron aquellos que fueran medibles, relevantes, claros y adecuados, y se tomaron como referente para medir el cumplimiento del objetivo general al finalizar el proyecto, los cuales se denominaron indicadores de seguimiento.

1.3 Alternativas

En esta subfase se escogió la alternativa para dar solución al proyecto y llegar a cumplir el objetivo propuesto y así modificar la situación actual, atendiendo las condiciones, características y tiempos esperados. Para la definición de la alternativa se tuvo en cuenta el árbol de problemas, los objetivos y los involucrados en el proyecto.

Adicional a las subfases del proceso de identificación, se implementó la evaluación de obsolescencia planteada por el ministerio de salud a los 4 angiógrafos que se encuentran actualmente en la FCI, como se muestra en la Figura 4, la cual consta de 3 aspectos, cada uno con un peso porcentual diferente, y unos parámetros de evaluación. Los aspectos son: Técnico con un peso del 45%, el clínico con un peso de 30% y el económico con un peso de 25% [11].

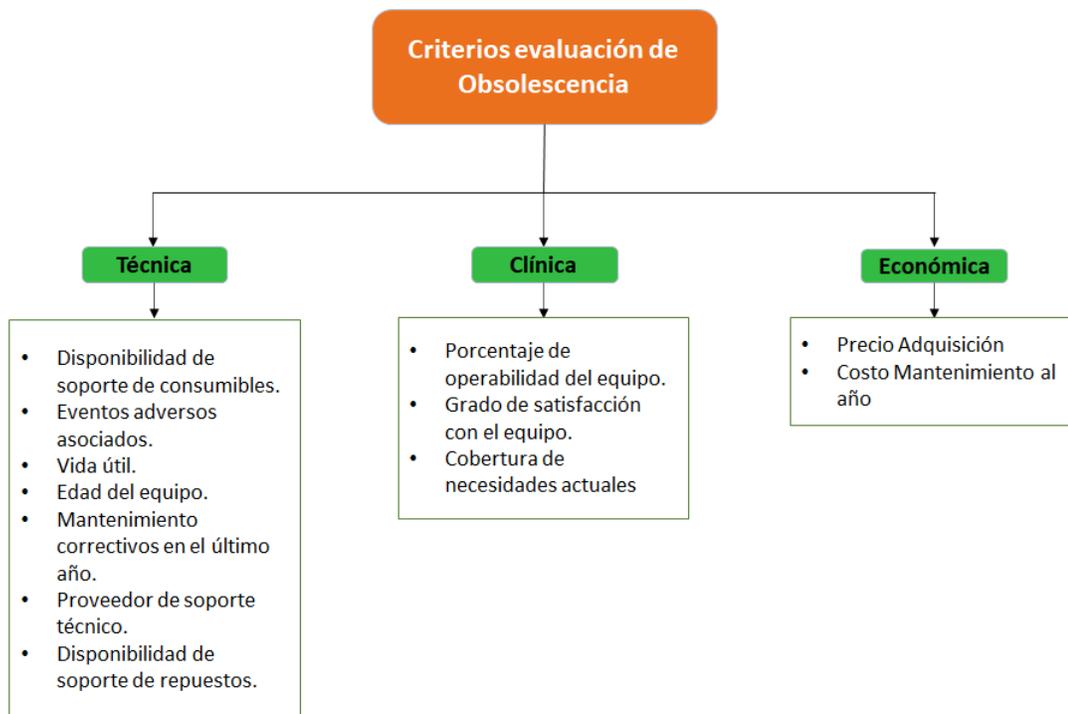


Figura 4. Criterios evaluación de obsolescencia.

El aspecto técnico compete aquellos parámetros relacionados con la disponibilidad de repuestos y soporte técnico por parte del proveedor, así como la cantidad de mantenimientos correctivos del equipo en el último año, la edad del equipo y vida útil¹.

El aspecto clínico, se hizo en conjunto con los profesionales de salud, ya que se debe tener en cuenta el cubrimiento de las necesidades del servicio, el porcentaje de operabilidad del equipo y el grado de satisfacción que se tiene. Por último, el aspecto económico abarcó la relación de los beneficios que reciben, respecto al costo total, el cual incluye el precio de adquisición y el costo de mantenimiento anual.

Al finalizar la evaluación se obtuvo un puntaje final de obsolescencia para cada equipo, entre más alto sea el resultado de esta evaluación más obsoleta está la tecnología. Esta evaluación es importante para la identificación, descripción y justificación de la necesidad de renovación de los equipos de angiografía y fluoroscopia.

2. Preparación

En la etapa de preparación se propuso la alternativa de solución a la problemática planteada, la cual fue sometida a un estudio de mercado, análisis técnico, gestión de riesgos y estimación de ingresos y beneficios.

Esta fase se divide principalmente en 4 subfases que son: identificación de necesidades, análisis técnico de la alternativa, cadena de valor y riesgos.

¹ La vida útil del equipo es la recomendada por el fabricante.

2.1 Necesidades

En el estudio de necesidades se identificaron los bienes a ofrecer, así como la cuantificación de la oferta y la demanda, para poder determinar la necesidad actual y futura. En este punto se reunieron las estadísticas institucionales de procedimientos, oferta y demanda de los años anteriores, para posteriormente hacer una proyección y determinar la necesidad real.

2.2 Análisis técnico

En esta fase se determinaron los estudios adicionales para la adquisición de la tecnología y posteriormente se hizo una descripción técnica, en la cual se tuvo en cuenta la normatividad con la cual debe cumplir.

En esta fase se hizo una comparación de las propuestas, la evaluación consta de 3 factores, las cuales tienen diferentes pesos porcentuales. El factor clínico con un 35%, el técnico tiene un porcentaje del 35% y la comercial un 30%, basado en el resultado de esta comparación se tomó la decisión de qué propuesta se ajusta más a las necesidades de la fundación.

En el aspecto técnico, se evaluaron factores como el desarrollo tecnológico de los equipos a comparar, que los ofertantes sean desarrolladores de tecnología, calidad del servicio que prestará en términos de eficiencia, eficacia, efectividad, riesgo, seguridad y condiciones de uso, vida útil definida por el fabricante, soporte técnico que ofrece el fabricante y las especificaciones técnicas [12].

En el aspecto clínico, se tuvo en cuenta las necesidades de los profesionales de la salud según los procedimientos que se hacen en la fundación. Y finalmente, en el aspecto comercial se tuvo en cuenta el beneficio económico y social, el costo-efectividad, la rentabilidad, el valor del equipo, el valor total de mantenimiento, el costo de la capacitación del personal, los costos de operación y los servicios post venta que ofrecen [12].

2.3 Cadena de Valor

La alternativa planteada para la solución del problema entrega unos productos para poder cumplir con los objetivos establecidos, estos productos se consiguieron mediante actividades que utilizan unos insumos. Mediante este eslabonamiento se construyó la cadena de valor, la cual es importante para poder enmarcar los componentes del proyecto en términos de los productos específicos que se entregarán, y posteriormente en la etapa de seguimiento puedan ser monitoreados. En la Figura 5 se muestra el esquema de la cadena de valor.

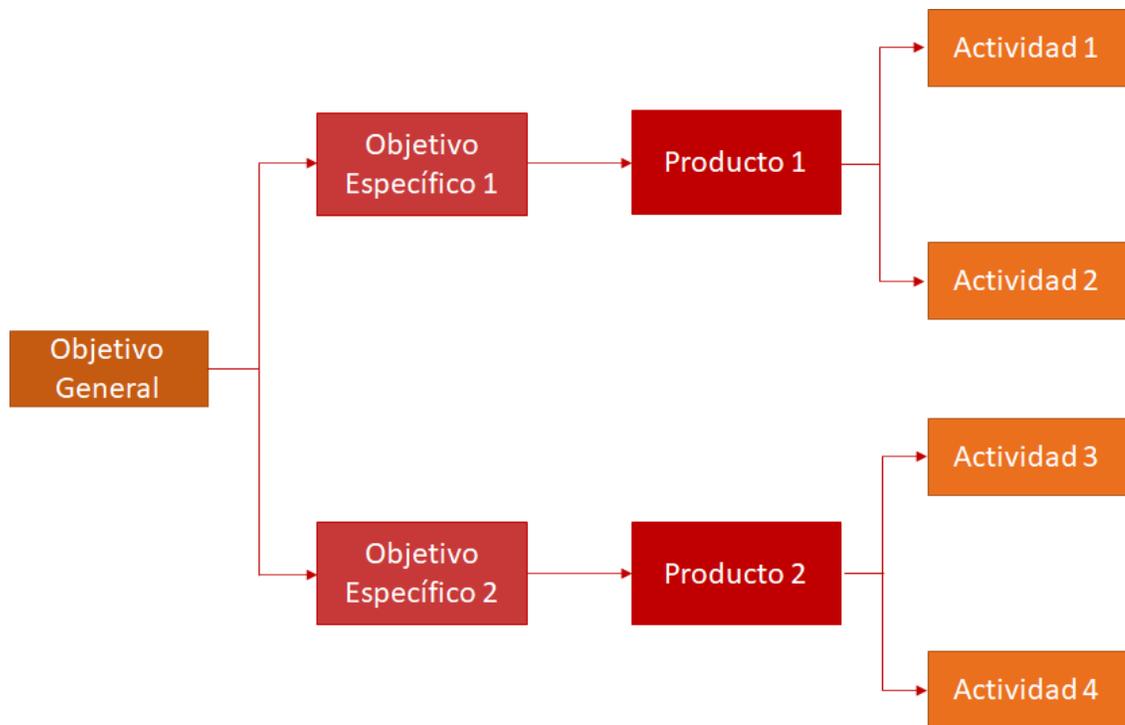


Figura 5. Estructura de la cadena de valor.

Al realizar la cadena de valor se tuvo en cuenta que los productos se deben estar alineados con el cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto y estos con el resultado planteado en el objetivo general.

Una vez se tuvo la descomposición de la cadena de valor, se estimó el costo de la alternativa solución, asignándole los valores a los insumos que se requieren para el desarrollo de cada actividad [4].

2.4 Riesgos

En este punto se hizo una identificación de riesgos, lo que implicó una revisión de las causas e implicaciones o impactos que trae cada uno de ellos, en el cumplimiento del objetivo general del proyecto.

En primera instancia se clasificaron los riesgos en internos o externos, según su monitorización y mitigación, así mismo se estimó la posibilidad de ocurrencia de los riesgos establecidos. Posteriormente se definieron las estrategias de gestión de los riesgos, mediante las cuales se busca prever problemas mayores.

3. Evaluación y programación

En la etapa de evaluación y programación, se evaluó la viabilidad de la alternativa de solución, haciendo énfasis en una evaluación económica. Se soportó en la simulación de los beneficios y los costos de acuerdo con los diferentes estudios realizados para establecer la factibilidad técnica, legal, ambiental e institucional de esta. Se tiene en cuenta dos factores principalmente, el flujo de caja y los indicadores económicos.

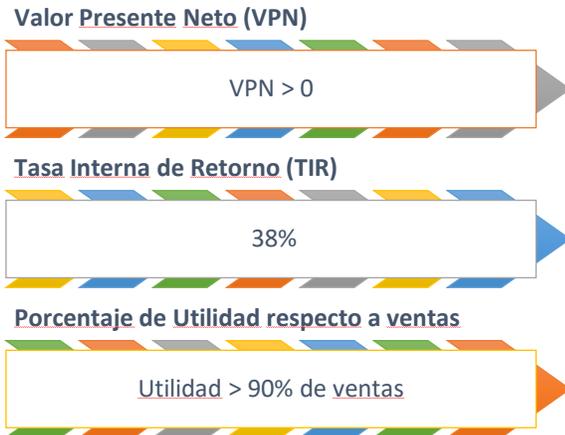


Figura 6 Indicadores de Rentabilidad.

Para la consolidación del flujo de caja se tuvo en cuenta los costos de las etapas de preinversión, inversión y operación de la alternativa, y de los ingresos y beneficios establecidos y se organizaron en un esquema que refleja el comportamiento de cada uno de los periodos del proyecto, en que se obtuvo una diferencia entre los dos componentes, como se muestra en la Figura 6. El flujo de caja para ser de gran importancia para el proceso de evaluación, ya que facilita la comparación de los flujos positivos y negativos en todos los periodos del proyecto.

Después de establecer el flujo de caja y para poder tomar la decisión de llevar a cabo la alternativa solución planteada, se definieron los indicadores económicos para poder evaluar el proyecto de inversión a largo plazo y determinar la viabilidad del mismo, los cuales son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Adicionalmente se determinó la forma de lograr el resultado del proyecto teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Los indicadores de gestión.
- Las metas que se espera alcanzar y las fuentes de información tenidas en cuenta para realizar la verificación del progreso y las desviaciones entre lo planeado y lo realmente ocurrido durante la ejecución.

9. RESULTADOS

1. Identificación

1.1 Problemática

Problema central: Afectación en la oportunidad del tratamiento de intervencionismo en los pacientes con enfermedades cardiovasculares, comprometiendo la calidad, seguridad, humanización, integralidad y experiencia del paciente.

1.2 Efectos

- Directo: Complicación clínica
 - Indirecto: Muerte del paciente
- Directo: Mayor tiempo de atención en procedimientos quirúrgicos
 - Indirecto: Insatisfacción en la experiencia del paciente y la familia.
 - Indirecto: Disminución de la oportunidad de los pacientes

1.3 Causas

- Directo: Obsolescencia de los equipos de Angiografía, poligrafos y fluoroscópios
 - Indirecto: Finalización de la vida útil de los equipos.
 - Indirecto: Falta de suministro de repuestos, y soporte técnico por parte del fabricante.
- Directo: Falta de oportunidad en la prestación de servicios de hemodinamia
 - Indirecto: Crecimiento en la demanda de los servicios de hemodinamia e intervencionismo

1.4 Magnitud actual del problema e indicadores de referencia

- Oportunidad de citas:

Actualmente en las salas de hemodinamia están registrados 177 CUPS (Clasificación única de procedimientos en salud), sin embargo, las especialidades que más registran procedimientos son: Hemodinamia adultos y pediátrica, Electrofisiología adultos y pediátrica. Por lo tanto, distintos valores de referencia se extraen de estos procedimientos.

La tasa de oportunidad de la *Tabla I* fue medida desde el agendamiento de citas con el especialista sumando la cantidad de días de la fecha de agendamiento del procedimiento en las salas de hemodinamia.

Tabla I OPORTUNIDAD DE CITAS EN SALAS DE HEMODINAMIA

Oportunidad de citas y Programación Cirugía (Días)				
Año	Hemodinamia	Cirugía Cardiovascular Pediátrica	Electrofisiología	Electrofisiología pediátrica
2018	19,25	11,66	25,91	25,75
2019	19,83	13,16	15,25	23,25
Promedio	19,5	12,4	20,6	24,5

- Obsolescencia: 4 Angiógrafos

Al aplicar la evaluación de obsolescencia a los 4 angiógrafos, se obtienen índices correspondientes a la necesidad de renovación de estos equipos, como se muestra en la *Tabla II*. Esto se atribuye a que la vida útil del equipo culminó, por lo cual ya no cuenta con disponibilidad de repuestos y soporte técnico por parte de la empresa.

Tabla II ÍNDICES DE OBSOLESCENCIA-ANGIÓGRAFOS

Equipo	Técnico	Clínico	Económico	Índice	Concepto
Angiógrafo ARTIS ZEE	24.5	12.06	10	46.57	Renovación de la tecnología a la brevedad (plazo máximo un año)
Angiógrafo AXION ARTIS	32.1	27	25	84.04	Reposición de Tecnología (Inmediato)
Angiógrafo ARTIS ZEE	14.3	15.1	10	39.32	Evaluar tecnología en un año
Angiógrafo AXION ARTIS	22	27	25	73.83	Renovación de la tecnología a la brevedad (plazo máximo un año)

- Mortalidad:

Tabla III TASA DE MORTALIDAD 2017-2019 EN SALAS DE HEMODINAMIA

	2017	2018	2019	Media
Mortalidad en intervencionismo Cardiovascular	1	2	2	1,66

En la *Tabla III* se refleja la tasa de mortalidad del 2017 al 2019 en las salas de hemodinamia, siendo un indicador de referencia que se busca disminuir con el desarrollo del proyecto.

- Cantidad de procedimientos:

En las salas de hemodinamia en promedio se realizan 6656 procedimientos de todos los CUPS registrados.

Tabla IV NÚMERO DE PROCEDIMIENTOS DE 3 ESPECIALIDADES DE LAS SALAS DE HEMODINAMIA DE 2014-2019

	HEMODINAMIA ADULTOS	ELECTROFISIOLOGÍA	Hemodinamia Pediátrica
2014	2011	929	598
2015	2176	980	628
2016	2646	1074	643
2017	3006	1071	571
2018	3759	1134	717
2019	3746	1202	729

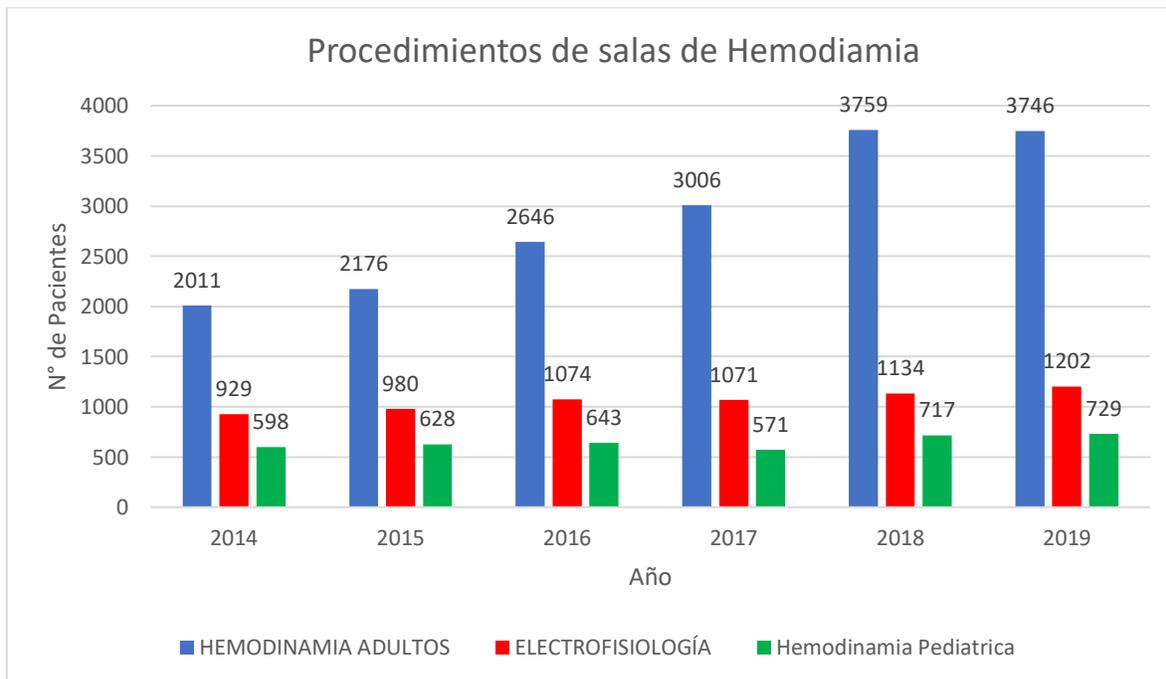


Figura 7. Comparación de número de procedimientos por año y especialidad.

En la *Tabla IV* y en la *Figura 7*, se compara la cantidad de procedimientos de las principales especialidades en los últimos años, para observar su comportamiento se realiza una proyección de los siguientes 2 años para hemodinamia adultos y electrofisiología en la *Figura 8* y *Figura 9*.

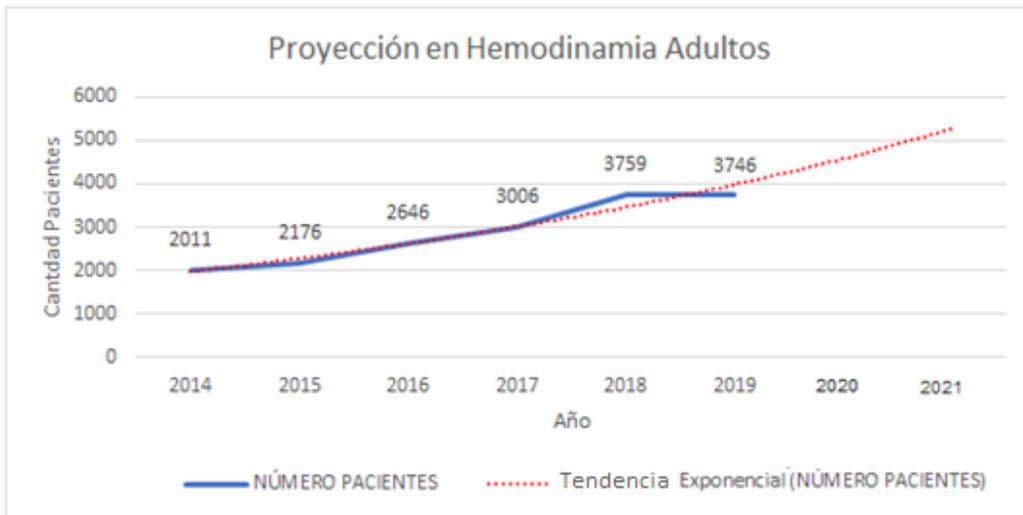


Figura 8. Proyección gráfica de procedimientos de Hemodinamia Adultos.

En la Figura 8 y en la Figura 9 se muestra una proyección gráfica de la cantidad de procedimientos que se esperan realizar en los próximos 2 años en las principales especialidades. Para hemodinamia adultos, se proyecta realizar más de 5000 procedimientos quirúrgicos en el 2021 y para electrofisiología se estiman más de 1300 procedimientos, observando un aumento en la demanda de estos servicios.

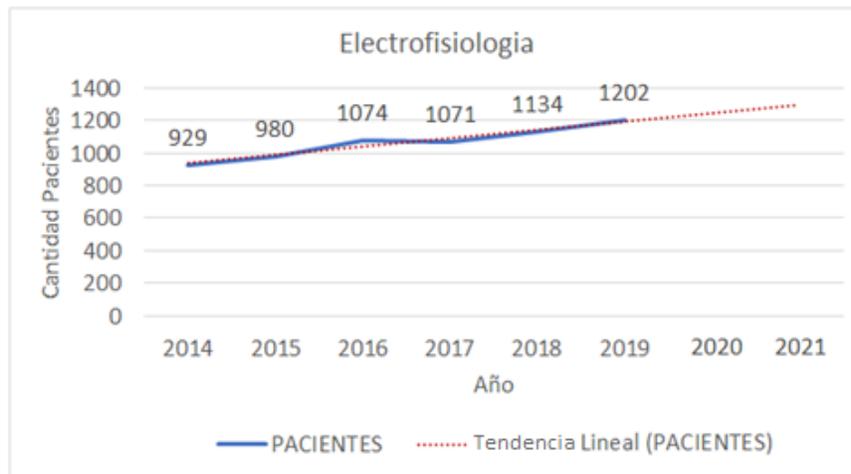


Figura 9. Proyección gráfica de procedimientos de Electrofisiología.

- Uso de capacidad instalada

Tabla V PORCENTAJE DE CAPACIDAD INSTALADA ACTUAL

	2018	2019	Media
Porcentaje de uso capacidad instalada Salas de Intervencionismo	66%	62%	64%

- Eventos adversos 2019: 11

1.5 Población

En Colombia se han reportado en promedio 5'510.121 mujeres y 3'139.126 hombres con enfermedades del corazón desde 2009 hasta el 2017. [13]

En 2019 se reportaron 27.826 muertes en Colombia de enfermedades isquémicas del corazón siendo la primer causa de mortalidad, afectando en su gran mayoría a personas mayores de 45 años. [14]

1.6 Propósito del proyecto

Mejorar la calidad de atención de pacientes cardiovasculares con medicina de precisión, renovación tecnológica, mejora de flujos asistenciales y procesos en accesibilidad, oportunidad, seguridad, pertinencia, continuidad y experiencia del paciente.

1.7 Indicadores que miden el proyecto

Los indicadores de la *Tabla VI* serán importantes en la justificación de la necesidad de realizar la renovación de la tecnología y en la fase de seguimiento, facilitarán el monitoreo de los indicadores del servicio, de gestión y de resultado y constituye el punto de partida de la evaluación de los resultados alcanzados con la ejecución del proyecto

Tabla VI TABLA DE INDICADORES QUE MEDIRÁN LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Indicador Objetivo	Medido a través de	Meta	Tipo Fuente	Fuente de Verificación
Eventos Adversos	Número	6	Estadísticas	Central de Información- Dirección de tecnología de la información
Equipos Obsoletos	Número	0	Evaluación	Departamento de Ingeniería Clínica
Satisfacción del Paciente	Porcentaje	90	Encuesta	Central de Información- Dirección de tecnología de la información
Cantidad de procedimientos Anuales en Hemodinamia Adultos	Número	5200	Estadísticas	Central de Información- Dirección de tecnología de la información
Promedio de oportunidad de citas de procedimientos intervencionistas cardiovasculares	Día	15	Estadísticas	Central de Información- Dirección de tecnología de la información

1.8. Alternativa o solución propuesta

Renovar tecnológicamente los equipos de Angiografía y equipo de Fluoroscopia, usando criterios de obsolescencia, para la prestación de servicios de salud en términos de oportunidad, eficiencia, seguridad y efectividad.

2. Preparación

2.1 Necesidades

Tabla VII SERVICIOS O DEMANDAS A SATISFACER

Bien o Servicio	Medido a través de	Descripción	Inicio Historia	Final Historia	Último año proyectado
Aumento de procedimientos Anuales	Número	Aumenta la cantidad de procedimientos gracias a la renovación de los equipos de angiografía, estos facilitan la toma de decisiones de los cirujanos, por ende, disminuyen los tiempos de procedimientos	2014	2019	2022
Oportunidad de citas en las salas de hemodinamia	Día	Mejorar la oportunidad de citas al disminuir los tiempos de procedimientos y aumentando la cantidad de procedimientos anuales	2018	2019	2019

En la *Tabla VII* están los servicios que dan solución a las causas directas del problema central, en la Figura 10 se plasma la comparación de oferta y demanda de los procedimientos de hemodinamia y electrofisiología, además se realiza una proyección de 3 años más para observar el déficit variante a través del tiempo y cómo probablemente aumentará en los próximos años.

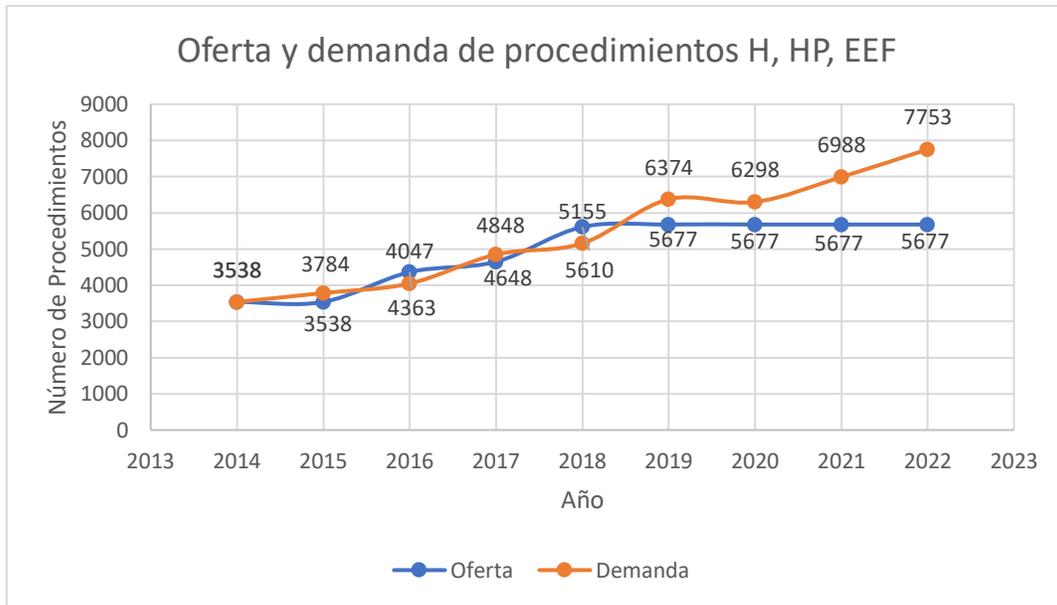


Figura 10. Oferta, demanda y proyección de procedimientos de Hemodinamia adultos(H), pediátrica (HP) y Electrofisiología (EEF).

2.2 Análisis técnico

Para la adquisición de los equipos de angiografía y el fluoroscopio es necesario:

1. Evaluación de las propuestas entregadas por los ofertantes.

Tabla VIII CRITERIOS DE EVALUACIÓN CLÍNICA, TÉCNICA Y COMERCIAL

Evaluación Clínica	Calidad de Imagen
	Aplicaciones
	Mesa
	Amigabilidad
	Accesorios
Evaluación Técnica	Generador de rayos x
	Tubo de rayos x
	Detectores
	Arco en C
	Sistema de adquisición de imagen
Evaluación Comercial	Control de Dosis y funciones de reducción de radiación
	Comparación de precios de casas ofertantes.

2. Diseño arquitectónico y planeación de flujos de trabajo
3. Obra Civil
4. Integración tecnológica del fabricante
5. Plan de educación
6. Soporte clínico y técnico
7. Servicio postventa

Además, las salas de Hemodinamia deben cumplir con los estándares de infraestructura y dotación expuestos en la resolución 3100 de 2019

2.3 Cadena de valor

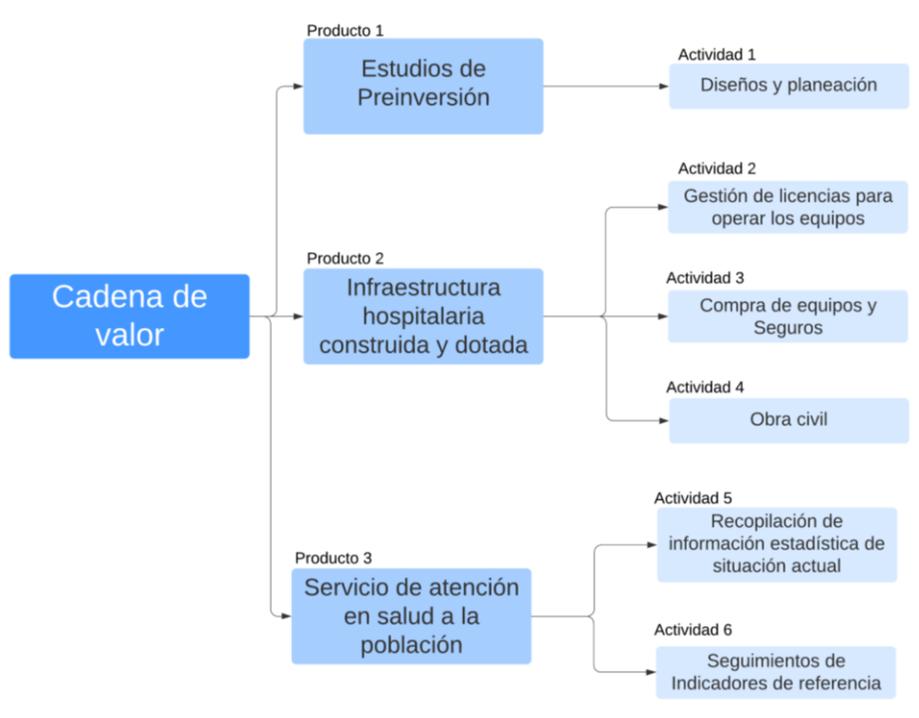


Figura 11. Cadena de valor del proyecto con sus respectivos productos o entregables

2.4 Riesgos

En la tabla IX se muestran los posibles riesgos que pueden presentarse durante el proyecto, están clasificados por tipo de riesgo, la probabilidad de que ocurra, el impacto, los efectos que ocasionaría y las medidas de mitigación.

Tabla IX POSIBLES RIESGOS QUE PODRÍAN PRESENTARSE DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Tipo de Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Efectos	Medidas de Mitigación
Financiero	No aprobación de la financiación	Poco Probable	Mayor	Detener la prestación de servicios de hemodinamia	Presentar un adecuado proyecto para la financiación.
Asociado a fenómenos de origen tecnológico: químicos, eléctricos,	No contar con la tecnología adecuada para reemplazar los equipos existentes	Improbable	Mayor	Afectación en la prestación del servicio	Una adecuada evaluación de las tecnologías existentes

mecánicos, térmicos					
Asociados a fenómenos de origen socio-natural	Emergencias externas (Terremotos, incendios, entre otros)	Poco probable	Catastrófico	Generar daños tanto a las personas como a la infraestructura	Llevar a cabo los planes de contingencia y emergencia
Operacionales	Afectación en ruido, vibración, generación de polvo, cortes programados de agua y luz para conexiones en áreas colindantes	Moderado	Menor	Incomodidad con el personal de las salas de hemodinamia activas	Aviso previo al personal de generación de ruido o programación de corte de agua o luz

3. Evaluación y Programación

- Fuente de ingresos: Procedimientos en salas de hemodinamia
- Financiación:
 - Compra de equipos: FINDETER
 - Obra civil: FCI-IC

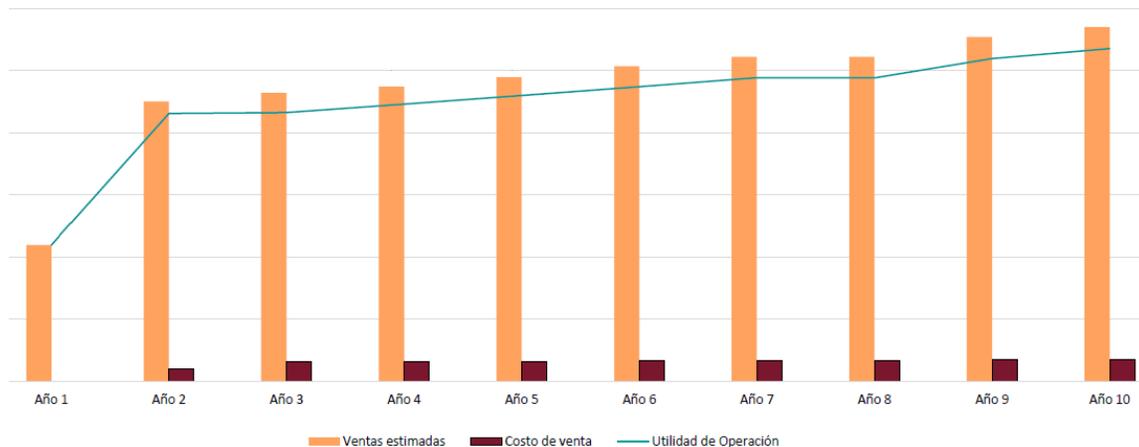


Figura 12. Proyección de operación (Ventas, costo de venta, utilidades) de FCI-IC en los próximos 10 años

Para costear el proyecto se busca la financiación de entidades como el Ministerio de Salud y FINDETER ya que presentan las tasas de interés más bajas con el fin de mejorar un servicio que beneficiará a una gran población. Sin embargo, solamente se buscará financiar la compra de los equipos biomédicos y FCI aportará con el costo de la obra civil. En la Figura 12 se proyecta el comportamiento de utilidad de operación de FCI en los

próximos 10 años que durará la financiación. No se presentan valores ya que es información confidencial, sin embargo, gráficamente se observa la proporción entre las ventas y el costo de ventas, por lo que se estima una utilidad de más del 90%.

- TIR: 38%
- Retorno: 4 años

Indicador de gestión

- Cumplimiento de la ejecución presupuestal en adecuación y dotación: Medido a través de Porcentaje (%) dando cumplimiento a todas las actividades proyectadas en el Anexo 2.

10. DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente el proyecto consta de 3 fases en las cuales se fue desarrollando el planteamiento del mismo. Inicialmente en la fase de identificación, se estableció la problemática central la cual está ligada con la política de calidad de la FCI, enfocándola en afectación directa o indirecta a los pacientes. La necesidad de renovación de los equipos de angiografía fue la causa principal del problema actual, además de la infraestructura que refleja la obligación de ser ampliada debido al aumento de la demanda de los procedimientos. El resultado a esta problemática está reflejado en los efectos negativos, los cuales están descritos en torno a la experiencia del paciente, oportunidad, tiempos de procedimiento y complicaciones clínicas, que con el tiempo se proyectan a ser más graves si no se desarrollara este proyecto.

La fase de identificación es muy importante para evaluar la viabilidad del proyecto, ya que la necesidad debe estar sustentada por lo menos numéricamente. Por lo cual se recopiló la información de estadísticas institucionales del servicio de hemodinamia y fueron tomados como los indicadores de referencia, usados para evaluar sus mejoras al final del proyecto. El primer indicador es la oportunidad de citas, siendo el primer factor que afecta directamente a los pacientes, existen especialidades que pueden tardar más de 24 días para poder realizarse un procedimiento en salas de hemodinamia por lo tanto es un factor que se busca disminuir con el desarrollo de este proyecto. Una causa del aumento en la oportunidad es el aumento en la demanda de procedimientos el cual es el segundo indicador de referencia, en la Figura 7, Figura 8 y Figura 9 se observa el comportamiento creciente de las 3 principales especialidades de las salas. Puntualmente en Hemodinamia Adultos se ha presentado un crecimiento desde 2014 hasta 2018 llegando a lo que podría ser el límite de procedimientos ya que en 2019 fue muy cercano al año anterior.

En 2019 se registraron 3746 procedimientos solamente de hemodinamia (adultos), aproximadamente 86,3% más que en el 2014, en estas salas se realizan en promedio 550 procedimientos mensuales en todos los servicios del área, siendo el flujo total de 6656 pacientes en el 2019. Uno de los focos principales de la Fundación son los procedimientos llevados a cabo en las salas de hemodinamia, además se presenta un crecimiento de procedimientos puntualmente con mayor complejidad en casos clínicos, lo cual ha generado problemas de tiempos en los procedimientos, tiempos que anteceden la intervención del paciente, congestión e inoportunidad en la atención, limitando así el acceso de los usuarios a los servicios. Se cree que es el límite de procedimiento que se pueden ofertar actualmente en FCI ya que, además de ser cercano a la cantidad de procedimientos en 2018, la tasa de oportunidad es alta y en los próximos años podría evidenciarse un déficit alto de procedimientos como se observa en la Figura 10. Al analizar la oferta y demanda de estos procedimientos, en los años anteriores la FCI ha venido aumentando su oferta buscando satisfacer el crecimiento en la demanda de procedimientos, el cálculo de la oferta y demanda se realizó creando proyecciones de los años anteriores mostrando un número esperado de procedimientos (Demanda), contrastado con el número de procedimientos realizados (Oferta).

La segunda causa principal es la obsolescencia de los angiógrafos los cuales fueron sometidos a un sistema de evaluación usado en todos los equipos de FCI, en la *Tabla II* están los índices de obsolescencia de los 4 angiógrafos para los cuales 2 deben ser renovados en la mayor brevedad posible con plazo máximo de un año y un angiógrafo requiere ser renovado de manera inmediata. Los factores fundamentales en esta evaluación de obsolescencia fueron la vida útil, el suministro de repuestos y soporte por parte del

fabricante, ya que 3 sobrepasaron el tiempo de vida útil de 10 años y el angiógrafo restante tiene un año de vida útil vigente. Además, actualmente ya no hay soporte ni suministro por parte del fabricante, corriendo el riesgo de que no se puedan hacer mantenimientos correctivos y se pueda perder el servicio de una sala de hemodinamia, lo cual sería un riesgo muy alto.

En el apartado 1.8 se propone la alternativa que busca dar solución a estas necesidades, en donde se renovará totalmente la dotación de las salas de hemodinamia y su infraestructura. Por lo tanto, en el apartado 2.2 (Análisis técnico) se plantean los requisitos mínimos para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto, los cuales se convertirán en las actividades que realizarán y serán entregadas en distintos “Productos” estructurados en la Figura 11. Sin embargo, todo proyecto puede tener riesgos en cualquiera de sus fases, es importante identificarlos para poder prevenirlos, en la *Tabla IX* se exponen 4 riesgos que podrían ocurrir en todas las fases del proyecto.

En el apartado 3 (Evaluación) se encuentra una proyección de ventas y costo de venta de la Fundación Cardioinfantil en los próximos 10 años, aunque no se muestran valores por ser datos confidenciales, se logró proyectar el comportamiento de la utilidad en todos los años, lo cual, al ser tan alto, es un indicador que facilita la financiación del proyecto. Evaluando los costos del proyecto y su respectiva financiación, se obtuvo un VPN positivo y una TIR de 38%, además de encontrar retorno de ganancias en el cuarto año del proyecto, lo cual indica una alta viabilidad financieramente.

El desarrollo de este proyecto tiene un impacto tanto a nivel local como a nivel nacional, ya que a la FCI llegan pacientes de todas partes del país, incluso pacientes internacionales han venido para realizarse procedimientos cardiovasculares. Como se nombra en el apartado 1.5 (Población), las enfermedades cardiovasculares son la primer causa de muerte en el país y la cantidad de pacientes con estas afecciones va aumentando año tras año, siendo el foco en personas mayores de 45 años como se evidencia en la cantidad de procedimientos de hemodinamia adultos de FCI.

Una vez terminado el proyecto y los equipos hayan sido renovados con su respectiva infraestructura, en la *Tabla VI* están los distintos aspectos los cuales evaluarán el éxito del proyecto, los cuales toman los índices de referencia anteriormente nombrados y se establece una meta la cual refleja una mejora con respecto a la situación actual.

11. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Para la continuación de este trabajo se recomienda plantear un plan de seguimiento del desarrollo del proyecto en donde se evalúan los indicadores propuestos, o plantear nuevos indicadores de evaluación. También se recomienda pertenecer al proceso de capacitación del fluoroscopio, el polígrafo y los angiógrafos entrantes.

Es importante para trabajos futuros estar alineado con el plan de desarrollo del gobierno presente, ya que al ser un proyecto que busca ser financiado con recursos de inversión pública, debe encajar con los programas de salud propuestos en cada gobierno.

A la hora de presentar el proyecto ante la entidad encargada, se recomienda adjuntar un anteproyecto donde se plasme toda la problemática y el impacto del proyecto sobre la población de una manera detallada.

12. CONCLUSIONES

- Mediante la estructuración del proyecto en las fases que componen la MGA se logró organizar y clasificar la información, como se explica en la metodología del trabajo, identificando el problema y estableciendo sus causas, efectos plasmados en la *Figura 2* (Árbol de problemas) y de esta manera plantear una solución a las necesidades expuestas.
- Al observar la situación actual en las salas de intervencionismo, se evidencia la necesidad de ser renovadas de manera inmediata, viéndose reflejado en la obsolescencia de los angiógrafos (*Tabla II*), el crecimiento de la demanda de procedimientos de hemodinamia y la situación actual de morbilidad y mortalidad de la población de Colombia expuestos en el apartado 1.4 y 1.5 de resultados (Situación actual del problema e indicadores de evaluación y población).
- Al evaluar la propuesta planteada para dar solución a la situación actual, desde el aspecto técnico de los equipos evaluados, el gran impacto que tendría sobre los pacientes, mejorando el servicio y la calidad de los procedimientos, hasta el análisis financiero. Se determina que el proyecto de renovación de las salas de hemodinamia sí es viable.

13. Referencias

- [1] Angiografo, «CENETEC,» [En línea]. Available: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/34gt_Angiografo.pdf.
- [2] SERVEI, «Intervencionismo,» [En línea]. Available: <https://servei.org/el-intervencionismo-medicina-no-invasiva-para-diagnosticos-y-tratamientos/>.
- [3] Joint Commission, «About,» [En línea]. Available: <https://www.jointcommissioninternational.org/about-jci/>.
- [4] MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, *RESOLUCIÓN NÚMERO 0001552 DE 2013*, 2013.
- [5] C. d. S. General y C. I. d. C. B. y. C. d. I. d. S. Salud, «CENETEC,» 2013. [En línea]. Available: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/EDICION_2013_TOMO_II_EQUIPO_MEDICO.pdf.
- [6] FUNDACION CARDIOINFANTIL - INSTITUTO DE CARDIOLOGIA, «FCI-IC NUESTRA HISTORIA,» [En línea]. Available: <https://www.cardioinfantil.org/quienes-somos/nuestra-historia/>. [Último acceso: 12 02 2020].
- [7] FUNDACION CARDIOINFANTIL-INSTITUTO DE CARDIOLOGIA, «FCI-IC ACREDITACIONES Y PREMIOS,» [En línea]. Available: <https://www.cardioinfantil.org/quienes-somos/conocenos/acreditaciones-y-premios/>. [Último acceso: 12 02 2020].
- [8] FUNDACION CARDIOINFANTIL - INSTITUTO DE CARDIOLOGIA, «FCI-IC SERVICIOS Y ESPECIALIDADES,» [En línea]. Available: <https://www.cardioinfantil.org/servicios-y-especialidades/>. [Último acceso: 12 02 2020].
- [9] W. G. Blanco, «Guía de apoyo para la formulación de proyectos de inversión pública y diligenciamiento de la MGA,» Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas.
- [10] J. de la Fuente Olgín, «LA MATRIZ DE MARCO LÓGICO: El árbol de problemas y resumen narrativo,» [En línea]. Available: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/3/34583/jdelafuente_marcologico.pdf.
- [11] A. G. Ibarra, «GUIA PARA DILIGENCIAR LA PROPUESTA DE INDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS,» MINSALUD, BOGOTÁ, 2017.
- [12] M. d. Salud, «RESOLUCION 434 DE 2001,» 2001.
- [13] Ministerio de Salud, «Morbilidad en Colombia RID (Repositorio Institucional Digital) - ASIS (Análisis de Situación en Salud),» 2018.
- [14] DANE, «Defunciones por grupos de edad y sexo, según departamento, municipio de residencia y grupos de causas de defunción (Lista de causas agrupadas 6/67 CIE-10 de OPS), Año 2019 Preliminar - (Hechos ocurridos y grabados entre el 1 de enero de 2019 y el 30 de se,» Dirección de Censos y Demografía - Estadísticas Vitales.

Anexo 1. Diagrama de Gantt

