

**ESTUDIO DE VIABILIDAD DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS CON
BASE EN LA DEPRECIACIÓN DE DISPOSITIVOS MÉDICOS DE RIESGOS IIA Y IIB.**

Manuel David Chapetón Barón

Trabajo Dirigido

Tutor

**M.Sc. Jefferson Sarmiento Rojas
Ing. Eliana Liceth Cano Sarmiento
Ing. María Alejandra Rojas**



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

AGRADECIMIENTOS

Quiero primero que todo agradecer a Dios por poner en mi camino a todas las personas que me ayudaron con este proyecto, a mi familia por siempre prestarme su apoyo en los momentos más difíciles, a mi director de proyecto el profesor Jefferson por tenerme tanta paciencia y ayudarme de sobremanera a terminar de forma pulcra este trabajo, a todos mis compañeros de trabajo en la Clínica que aportaron de una u otra manera a la culminación de este proyecto, a la Ingeniera Eliana cano por estar siempre pendiente de mi proyecto y a la ingeniera María Alejandra Rojas por su directriz aunque corta de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. ÍNDICE DE TABLAS	4
2. LISTA DE FIGURAS	5
3. LISTA DE ANEXOS	6
4. RESUMEN	7
5. INTRODUCCIÓN	8
6. OBJETIVOS	11
6.1. OBJETIVO GENERAL:	11
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	11
7. METODOLOGÍA	12
7.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
7.2. FASES DEL PROYECTO	13
7.3. FASE 1 - ANÁLISIS DEL PROBLEMA:.....	13
7.4. CONCEPTOS CLAVE:	15
VIDA ÚTIL DE UN EQUIPO:.....	15
DEPRECIACIÓN:	15
OBSOLESCENCIA:	16
MANTENIMIENTO:.....	16
7.5. FASE 2 – HALLAZGOS.....	17
IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS:.....	17
SELECCIÓN DE EQUIPOS:.....	17
MATRIZ DE ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS:.....	18
APOYO OFICINA FINANCIERA:	19
HOJAS DE VIDA:	19
SEGUIMIENTO:.....	20
8. RESULTADOS	21
DEPRECIACIÓN DE LOS DM SELECCIONADOS	36
9. DISCUSIÓN	38
10. CONCLUSIONES:	40
11. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS:	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	44

1. ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Matriz de índice de obsolescencia de equipos biomédicos	14
TABLA II . Listado de equipos seleccionados.....	17
TABLA III. Porcentaje de evaluaciones para este proyecto	18
TABLA IV. Resultado de la evaluación tecnológica.....	21
TABLA V. Rangos para asignar valor de calificación ítem accesorios.....	22
TABLA VI. Rangos para asignar valor de calificación ítem disponibilidad en los últimos seis meses	23
TABLA VII. Rangos para asignar valor de calificación ítem uso diario	24
TABLA VIII. Rangos para asignar valor de calificación ítem mantenimientos correctivos vs. preventivos	25
TABLA IX. Rangos para asignar valor de calificación ítem edad vs. vida útil estimada	26
TABLA X. Rangos para asignar valor de calificación ítem frecuencia pimp realizado vs. sugerido	27
TABLA XI. Rangos para asignar valor de calificación ítem manual de usuario y servicio	28
TABLA XII. Rangos para asignar valor de calificación ítem soporte repuestos y suministros..	29
TABLA XIII. Rangos para asignar valor de calificación ítem soporte técnico humano	30
TABLA XIV. Rangos para asignar valor de calificación ítem estado del equipo.....	31
TABLA XV. Rangos para asignar valor de calificación ítem riesgo asociado al uso	32
TABLA XVI. Rangos para asignar valor de calificación ítem costo de mantenimiento vs. costo de adquisición.....	33
TABLA XVII. Rangos para asignar valor de calificación ítem costo de depreciación CD vs. costo de adquisición CA.....	34
TABLA XVIII. Calculo depreciación lineal máquina de anestesia fabius plus xl	36
TABLA XIX. CAlculo depreciación lineal máquina de anestesia avance	36
TABLA XX. Cálculo de la depreciación de monitor de signos vitales vista 120.....	37
TABLA XXI. Cálculo de la depreciación lineal del desfibrilador tec-5531e	37

2. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para el desarrollo de la metodología	12
Figura 2. Registro INVIMA.....	15
Figura 3. Valor de calificación ítem de accesorios	22
Figura 4. Valor de calificación ítem disponibilidad en los últimos seis meses	23
Figura 5. Valor de calificación ítem uso diario	24
Figura 6. Valor de calificación ítem mantenimientos correctivos Vs. preventivos..	25
Figura 7. Valor de calificación ítem edad Vs. vida útil estimada.....	26
Figura 8. Valor de calificación ítem frecuencia PIMP realizado Vs. sugerido	27
Figura 9. Valor de calificación ítem manual de usuario y servicio	28
Figura 10. Valor de calificación ítem soporte repuestos y suministros	29
Figura 11. Valor de calificación ítem soporte técnico humano	30
Figura 12. Valor de calificación ítem estado del equipo	31
Figura 13. Valor de calificación ítem riesgo asociado al uso	32
Figura 14. Valor de calificación ítem costo de mantenimiento Vs. costo de adquisición	33
Figura 15. Valor de calificación ítem costo de depreciación Vs. costo de adquisición	34
Figura 16. Comparación entre la edad y la vida útil	35
Figura 17. Comparación entre la cantidad de mantenimientos correctivos y preventivos.....	35

3. LISTA DE ANEXOS.

Anexo N° 1. Diagrama de Gantt..... 37

4. RESUMEN

Introducción: En la Clínica Universidad de la Sabana, en el servicio de cirugía se encuentran diversos dispositivos médicos los cuales cuentan con diferentes clasificaciones de riesgos como IIA y IIB. Estos dispositivos médicos presentan un estimado del tiempo que deben funcionar conocido como vida útil, la cual puede ser aumentada mediante la implementación regular de mantenimientos preventivos que constan de hacer una revisión exhaustiva del mismo ajustando cuando sea necesario ciertas características, al cumplirse este tiempo es recomendado que se realice una renovación tecnológica por parte de la entidad que posee la misma. Uno de los factores que puede ser útil a la hora de revisar una renovación tecnológica junto con la vida útil es la depreciación de los equipos, pues el valor contable que tenía el equipo al momento de llegar a la institución no es el mismo que varios años después, influenciando la manera en que se revisa la renovación tecnológica.

Objetivo: Elaborar un estudio de viabilidad que permita la asignación de recursos económicos para la renovación tecnológica con base en la depreciación de dispositivos biomédicos de riesgos IIA y IIB del servicio de salas de cirugía de la Clínica.

Metodología: En la búsqueda de una solución a la falta de renovación tecnológica de los DM de riesgo IIA y IIB, se identifica y selecciona un grupo de estos DM, y luego de precisar conceptos como la obsolescencia, la depreciación y los mantenimientos tanto preventivos como correctivos y con el apoyo de la herramienta suministrada por el ministerio de salud, se realizará la evaluación y calificación de los DM, mediante el análisis de los factores, clínico, económico y técnico, así como la revisión de las hojas de vida, los costos y fecha de compra con el fin de hacer el seguimiento de la vida útil de los DM, lo que permitirá dar recomendaciones para la renovación tecnológica.

Resultados: Como efecto de la aplicación de la metodología planteada, se pueden observar los valores de la evaluación tecnológica de los factores, técnico, clínico y económico y las respectivas calificaciones que obtienen cada uno de los DM evaluados, en los diversos ítems planteados en la herramienta planteada por el Ministerio de Salud ajustada al presente estudio.

Conclusiones: El servicio de salas de cirugía existen varios dispositivos médicos que necesitan una revisión periódica debido a las calificaciones obtenidas al momento de diligenciar la matriz propuesta en este proyecto, adicional a esto también podemos evidenciar que los mantenimientos preventivos y correctivos ayudan a prolongar la vida útil de los dispositivos médicos.

5. INTRODUCCIÓN

Tal como lo dice Ortiz (2015) se conoce como hospital universitario a “«...una institución prestadora de servicios de salud que proporciona entrenamiento universitario y es reconocida por ser hospital de enseñanza y práctica supervisada por autoridades académicas competentes y que ofrece formación y atención médica en cada uno de los niveles de complejidad. El hospital está comprometido con las funciones esenciales de la universidad, cuales son formación, investigación y extensión.»” [4]. Teniendo en cuenta la anterior definición es posible incluir en la categoría de hospital universitario a la Clínica Universidad de la Sabana ubicada en el municipio de Chía-Cundinamarca, Colombia.

La Clínica Universidad de la Sabana ha prestado sus servicios a la comunidad desde el año de 1997, conocida entonces como Clínica Teletón en razón a la firma de un convenio entre la Universidad de la Sabana y la fundación Teletón. En el año de 2008 la Institución Teletón, decide retomar las actividades propias de la fundación, por lo que se da la terminación el convenio entre las dos entidades, por lo cual la Universidad de la Sabana adquiere las instalaciones del mismo y pasa a llamarse definitivamente Clínica Universidad de la Sabana. Este centro de alta complejidad cuenta con diversos servicios centrándose especialmente en rehabilitación y heridas, para lo cual cuenta con diversos equipos médicos, que presentan diferentes niveles de riesgos. [5].

Por causa de la pandemia que está viviendo el mundo, a la fecha los hospitales, clínicas y demás centros de salud están llegando a sus máximas capacidades de ocupación, agravado con el déficit de personal calificado para desarrollar cada una de las actividades de este tipo de instituciones, Como lo asegura el director de la clínica Cardio Infantil “Por necesidad y por coherencia y solidaridad con lo que estamos viviendo tenemos la responsabilidad de responder con recurso humano, con camas, con inversión. Lo estamos haciendo de manera significativa, pero la presión es enorme”, [14]

Este déficit de personal calificado afecta todos los campos de trabajo de la salud, incluyendo los departamentos de ingeniería biomédica. Los ingenieros biomédicos son profesionales que se encargan de “desarrollar, aplicar, mantener, reparar y gestionar tecnologías biomédicas en la industria, en el sistema de salud y centros de investigación” [15], de allí que radica la importancia de contar con estos profesionales dentro de la institución. En este sentido es de resaltar que la clínica de la Sabana acoge en su equipo de Biomédica, practicantes de esta disciplina, que podría tomarse como una inversión a largo plazo al transmitir el conocimiento necesario, al que podría ser, un futuro trabajador de esta.

Dado el porcentaje tan alto de ocupación de las clínicas y en particular de la Clínica de la Sabana, por cuenta de la pandemia, además de los pacientes que se atienden por otras situaciones medicas diferentes, se requiere una alta demanda de DM que dan soporte al trabajo de los profesionales de la salud de primera línea.

Los dispositivos médicos (DM) de igual manera que un equipo o dispositivo de uso común, van perdiendo sus cualidades y capacidades, bien sea por el paso del tiempo y un uso continuo o por una mala manipulación de estos, lo que conlleva en el mejor de los casos al cambio de partes dañadas o con mal funcionamiento que impiden su correcto funcionamiento y en el peor de los casos, el cambio definitivo del dispositivo.

Lo anterior es conocido como la vida útil del dispositivo y se expresa en número de años [1], lo que está estrechamente relacionado con el valor, en términos económicos, es así que, cuando se adquirió el DM éste tenía un valor comercial inicial dado por diferentes factores como por ejemplo, la tecnología presente en ese momento, la novedad que podía presentar el dispositivo, el valor del mercado y el cambio de moneda, pero a medida que pasa el tiempo este valor comercial va disminuyendo debido al uso del mismo, este concepto es conocido como depreciación de un objeto [2].

Una estrategia para prolongar la vida útil de un DM es mediante los mantenimientos preventivos, estos corresponden a procedimientos que consisten en verificar el estado de los DM y reconocer si estos presentan fallas, si requieren algún tipo de repuestos o si por algún motivo de mal uso o mala manipulación, éste necesite ser dado de baja, lo que significa: “sacar de la Entidad por daño, deterioro u obsolescencia tecnológica, su disposición final será la destrucción o venta a un usuario para chatarra.” [6][1].

Cabe notar que otra estrategia que se realiza con los DM, son los mantenimientos correctivos, estos son procesos o tareas que buscan subsanar las fallas de un equipo que indique la necesidad de reparación o reemplazo del DM como tal o de alguno de sus componentes [7], que se efectúan después de que se presente algún fallo o avería en los DM al contrario de los mantenimientos preventivos, los cuales se realizan de forma anticipada con el propósito de prevenir el surgimiento de averías en los DM [8], estos no necesariamente alargan la vida útil de un equipo o dispositivo.

La depreciación de los DM, en el ámbito de la salud es muy importante, debido a que, si un equipo presenta continuas fallas y estas no se corrigen o no se reemplaza el DM, se podría terminar generando un evento adverso para el paciente que iría desde causar simples lesiones hasta la muerte de un paciente. Por lo que es un punto fundamental realizar una evaluación de la depreciación de los DM, que ayude en gran medida a las clínicas y hospitales puesto que conocer la rentabilidad y el correcto funcionamiento de los equipos puede generar un ahorro económico a las entidades, pero sobre todo garantizar la preservación de la vida de los usuarios, evitando eventos e incidentes.

Los DM presentan una clasificación según su riesgo que está dada por el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos INVIMA [17], allí se establece: “La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Clase I. Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión. Clase IIA. Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad. Clase IIB. Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad. Clase III. Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión.” [3]. Para este trabajo se tendrá como prioridad los DM de riesgos IIA y IIB.

El presente proyecto está dividido en tres grandes secciones, la primera denominada el PENSAR, que corresponde al establecimiento de los lineamientos generales que orientan el trabajo, esto es, la introducción, los objetivos y la metodología a emplear; una segunda sección corresponde al HACER, que se constituye por el desarrollo de la metodología, lo cual arroja unos resultados analizados mediante discusión; y la tercera sección es el COMPARTIR, que abarca las conclusiones y las recomendaciones para trabajos futuros.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un estudio de viabilidad que permita la asignación de recursos económicos para la renovación tecnológica con base en la depreciación de dispositivos biomédicos de riesgos IIA y IIB de la Clínica.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar los dispositivos biomédicos de riesgos IIA y IIB que sean prioritarios para este proyecto.
- Establecer el valor de la depreciación de los dispositivos biomédicos de riesgo IIA y IIB.
- Determinar si existe una correlación entre la realización de mantenimientos preventivos y la vida útil de los dispositivos médicos.

7. METODOLOGÍA

La figura 1 que se muestra a continuación, presenta los pasos metodológicos que se siguen para el desarrollo del presente proyecto, como se puede observar el primer paso corresponde al planteamiento y análisis del problema.

El segundo paso consiste en la consulta de conceptos considerados clave para el presente proyecto, como la obsolescencia, la depreciación, el concepto de mantenimiento y vida útil, para dar claridad a las orientaciones del proyecto.

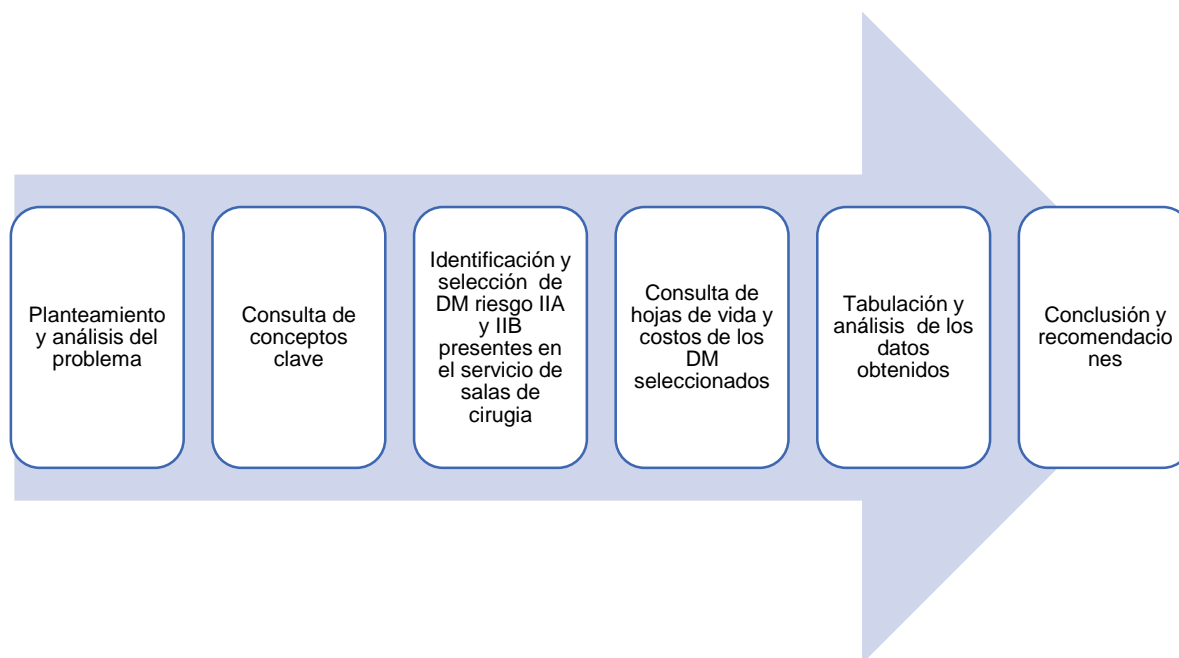


Figura 1. Pasos para el desarrollo de la metodología

El paso siguiente consiste en realizar un inventario y selección de los DM riesgo IIA y IIB presentes en el servicio de salas de cirugía, ya que no todos se pueden evaluar, en razón a que algunos, se encuentran en la modalidad de comodato [16] y bajo dicha modalidad es la empresa proveedora la que asume el costo del equipo y de su mantenimiento, para estos DM la clínica únicamente aporta el costo de los consumibles ya que si el dispositivo de daña y es necesario darlo de baja la Clínica no tiene participación en la toma de esta decisión.

Una vez seleccionados los DM estos se evalúan mediante la consulta de las hojas de vida, para establecer qué clase de mantenimientos se les ha realizado bien sea preventivos o correctivos y cuántos de cada uno se realizaron, adicionalmente es preciso conocer información relacionada con el costo de compra, la fecha de la misma y el costo de los mantenimientos preventivos.

Posterior a ello, se tabulará y analizará la información obtenida mediante la aplicación de la matriz generada por el Ministerio de Salud, evaluando los componentes clínico, técnico y económico para establecer la necesidad de hacer una renovación tecnológica.

Por último, se plasman las conclusiones a las que se llegó y se hacen recomendaciones de trabajos futuros que permitan mejorar los procesos de la clínica.

7.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El constante uso de Dispositivos médicos es algo para lo que los mismos están diseñados, puesto que estos son necesarios para el bienestar de las personas. Este hecho hace que los DM puedan tener una vida útil, es decir el tiempo en el cual se garantiza el correcto funcionamiento del equipo, en algunos casos corta y en otros larga dependiendo de diversos factores. entre los cuales podemos encontrar, el desgaste justamente por el uso, la rotura o desajuste de este debido al mal uso o manipulación y el daño por fatiga del material, entre otros.

Para prevenir o corregir estos incidentes se realizan los mantenimientos preventivos y correctivos, respectivamente, los cuales afectan de manera directa la vida útil del DM. Ahora bien, el tener un conocimiento claro de la manera en la que estas actividades están afectando la vida útil de los DM es de alta prioridad en los centros de salud para poder mantener siempre un alto estándar de calidad de los DM.

El servicio de salas de cirugía es uno de las más importantes en la clínica, por ello es significativo conocer la depreciación de los DM de riesgo IIA y IIB, para asignar recursos económicos de manera efectiva, lo que resulta en una mejor atención de los usuarios.

En el año 2017 el Ministerio de Salud colombiano realizó una matriz donde se evidencia una propuesta para evaluar el índice de obsolescencia de los DM [9], adicional a esto presentó una guía para su correcto diligenciamiento. La Clínica no ha implementado esta matriz lo que ha impedido que se realice una correcta evaluación tecnológica de los diferentes DM que posee la institución.

7.2. FASES DEL PROYECTO

En el anexo N° 1, se muestra el diagrama de Gantt con cada una de las fases por las que atravesará este proyecto las cuales se explican a continuación.

7.3. FASE 1 - ANÁLISIS DEL PROBLEMA:

Los dispositivos médicos presentan ciertos requisitos para ser aceptados dentro de una institución, dentro de los cuales se encuentran una hoja de vida, la cual sirve de base para tener un registro de las especificaciones y mantenimientos del equipo. este registro normalmente se diligencia con datos tales como el Invima del dispositivo médico, el permiso de comercialización entre otros. también se incluye el listado de mantenimientos preventivos y correctivos que ha tenido el equipo.

En la Clínica se ha podido evidenciar que debido a la falta de rigurosidad con procesos de seguimiento hay algunas deficiencias de un análisis tanto tecnológico como

estadístico teniendo como base el seguimiento de la hoja de vida de los dispositivos médicos de riesgos IIA y IIB entre otros.

El análisis tecnológico que se realiza a los DM es imprescindible para conocer la forma en la que estos se comportan a lo largo de toda su vida útil, razón por la cual la clínica debe realizar un análisis tecnológico de forma correcta y organizada sobre la relación que existe entre la cantidad de mantenimientos preventivos y el número de mantenimientos correctivos que presentan los DM, para determinar si estos están funcionando correctamente.

La matriz de índice de obsolescencia de equipos biomédicos, propuesta por el ministerio de salud, cuenta con tres diferentes evaluaciones, la primera es el componente técnico para poder conocer de qué manera se comporta el DM en cuanto a su funcionalidad, segundo una evaluación clínica para conocer la manera en la que los trabajadores de la salud que utilizan estos dispositivos perciben el mismo, y tercero una evaluación económica para conocer de qué manera se está comportando el valor del equipo a lo largo de su vida útil, cada una de estas evaluaciones individuales se multiplica por un porcentaje diferencial de acuerdo a la finalidad y a las necesidades que tenga la institución al momento de realizarlo, como se muestra en la *Tabla I*.

TABLA I. MATRIZ DE ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

Equipo	Área o Servicio	Código del Servicio	Nombre del Equipo	Porcentaje de participación			Resultado individual			Valor Final
				TÉCNICO	CLÍNICO	ECONÓMICO	TÉCNICO	CLÍNICO	ECONÓMICO	

En la Clínica no se realiza una evaluación del seguimiento a los mantenimientos tanto preventivos como correctivos Vs la depreciación que presenta un DM, la ausencia de esta evaluación no permite conocer el estado de ellos ni tampoco es posible determinar si es necesario o no, adelantar la renovación tecnológica respectiva

Todo dispositivo se va volviendo obsoleto a medida que los avances tecnológicos lo van rezagando, dado que equipos más modernos pueden realizar las mismas y otras funciones con un mejor desempeño, adicional a esto, la edad de los equipos permite que se presenten fallas recurrentes. Esto también aplica para los DM y es una de las razones por las cuales podemos decir que cuando ellos han cumplido su vida útil tienden a presentar deterioro, a pesar de la ejecución de los respectivos mantenimientos preventivos y correctivos.

Algunos DM que a pesar de estar funcionando correctamente, su edad, entendida como el tiempo que el equipo lleva funcionando dentro de la institución, es mucho más alta que su vida útil y al tener en cuenta esta información y al analizar los datos de una manera correcta se podría evidenciar que el costo de mantener funcionando estos DM resultaría mucho más alto que el costo que tendría realizar una renovación tecnológica, toda vez que la compra de consumibles, repuestos y en ocasiones una mano de obra especializada suelen ser costosos.

El Invima [17] expide los respectivos certificados para los diferentes DM, sus partes, accesorios y repuestos y el correspondiente permiso de comercialización.

El registro sanitario que asigna el Invima sirve para tener en cuenta qué DM están actualmente homologados por el gobierno nacional. Este certificado tiene caducidad la cual a su vencimiento puede ser renovada. Existen casos en los que los dispositivos médicos presentan vencimiento en su registro sanitario, por lo cual no pueden ser comercializados. En la *figura 2* se muestra un ejemplo de este registro

19987985	MONITOR DE SIGNOS VITALES MSH-1280 PCV ELECTRONICS	INVIMA 2008EBC-0001942	Vencido	2018-09-23
19997263	MONITOR DE PACIENTE / MONITOR DE SIGNOS VITALES	INVIMA 2019EBC-0002716-01	Vigente	2029-12-20

Figura 2. Registro INVIMA

Haciendo una analogía entre un dispositivo y un ser humano podríamos decir que este último a medida que avanza en edad tiende a presentar mayores problemas en su salud, de la misma manera los DM a medida que pasa su edad, van a requerir de mayor tiempo y recursos tanto humanos como económicos para los mantenimientos correctivos necesarios, a fin de lograr un funcionamiento óptimo, tiempo que el personal calificado que los realiza podría invertir en adelantar otras funciones que pueden ser de mayor importancia con DM de menor edad y de tecnología más reciente.

7.4. CONCEPTOS CLAVE:

VIDA ÚTIL DE UN EQUIPO:

Es el tiempo durante el cual se espera que un activo fijo, en este caso de un Dispositivo médico participe en la atención adecuada de pacientes mediante un correcto funcionamiento.

Todo equipo es susceptible de sufrir desgaste por el uso, de modo que al pasar el tiempo ese activo termina siendo inservible resultando incapaz de funcionar de manera correcta y por ende no prestar un adecuado servicio.

Este desgaste afecta el valor o costo del equipo y esta variación en el costo se debe amortizar en la medida en que se va desgastando, y para determinar en qué porcentaje se desgasta o se deprecia periódicamente, se determina la vida útil probable fijada en años, o en algunos casos en unidades de producción, o en horas de trabajo, etc. [10]

DEPRECIACIÓN:

En términos contables, la depreciación se define como la reducción del valor en libros de un activo fijo de forma sistemática, hasta que su valor llegue a cero o sea despreciable. Se entiende que la reducción del valor se da como consecuencia natural del desgaste por el uso. [11]

En el caso de la Clínica universidad de la sabana, tenemos que se puede entender como activos fijos todos los DM con los que la institución cuenta y para el caso en concreto

de este estudio los dispositivos médicos de riesgo IIA y IIB, presentes en las salas de cirugía.

Existen varios métodos para el cálculo de la depreciación, en el presente análisis se tomará el método de la línea recta (lineal o en base a tiempo). Este método consiste en la consideración de que el DM tiene un gasto o deterioro uniforme con el paso del tiempo, no importando que pueda estar siendo usado en mayor o menor medida.

Para calcular la depreciación en cada periodo, bien sea años o meses, simplemente se divide el valor de compra del bien entre el número de periodos de vida útil del equipo, utilizando la siguiente formula:

$$GAD = \frac{(V1 - V2)}{Vida \text{ Útil}}$$

Donde:

GAD: Gasto anual de depreciación

V1: Valor de compra del equipo.

V2: Valor residual.

OBSOLESCENCIA:

Una definición de obsolescencia es: “la caída en desuso de máquinas, equipos y tecnologías motivada no por un mal funcionamiento de este, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con las nuevas máquinas, equipos y tecnologías introducidos en el mercado.” [12]

Existen diversos factores que pueden generar obsolescencia, los más comunes son el avance tecnológico y el surgimiento de nuevos sistemas que ofrecen un mejor y mayor rendimiento, que de alguna manera pueden acortar la vida útil de un equipo.

Un equipo puede estar funcionando en perfectas condiciones y prestando un óptimo servicio incluso antes de cumplir toda su vida útil, pero entra en obsolescencia, no por un mal funcionamiento, sino porque existen, ya bienes de producción de mayor rendimiento.

La obsolescencia puede ser también una estrategia del fabricante, quien al diseñar o construir un equipo estudia el tiempo óptimo para que este deje de funcionar correctamente, lo que se llama obsolescencia programada, o cuando se crea un equipo con un aspecto y más adelante se produce el mismo artículo, pero cambiando el diseño esto se conoce como obsolescencia percibida; o cuando un producto se vende incompleto o con menor desempeño ofreciendo luego uno mejorado, esto es obsolescencia de especulación.

MANTENIMIENTO:

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. [13]

El mantenimiento, tiene como objetivo principal la conservación del Servicio, esto es, que la máquina debe recibir el respectivo mantenimiento no por ella misma, sino para

su conservación y para garantizar que la función para la que fue diseñada se cumpla a cabalidad y se mantenga la capacidad de servicio en un nivel óptimo.

“Se ha visto que tradicionalmente los ingenieros y técnicos que operan en el campo de la ingeniería de mantenimiento, dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico dejando en segundo plano lo concerniente a la gestión administrativa y aspectos logísticos, lo cual siempre redundo en bajo nivel de servicio, altos costos y demasiadas tensiones y fricciones en la ejecución del trabajo”. [13]

7.5. FASE 2 – HALLAZGOS

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS:

Los dispositivos médicos presentan diferentes clasificaciones dependiendo de la necesidad requerida, una de las clasificaciones más utilizadas corresponde al riesgo de uso que tiene el dispositivo médico, esta clasificación parte desde lo menos riesgoso así: I Riesgo Bajo, IIA Riesgo Moderado, IIB Riesgo Alto, hasta la más riesgosa, III Riesgo Muy Alto [3].

La clínica cuenta con aproximadamente 1.815 DM, clasificados en todos los niveles de riesgo de uso, de los cuales, la mayor parte son de riesgo I, para efectos de este proyecto se requiere identificar los dispositivos médicos que cumplan con los requisitos de ser riesgo tipo IIA y IIB y estar presentes en el servicio de salas de cirugía, ya que en estas, no hay presencia de DM riesgo III y los de riesgo I no se consideran en razón a que no representan mayor peligro para los pacientes.

SELECCIÓN DE EQUIPOS:

Una vez conocido el número de dispositivos médicos que cumplen con los requisitos antes mencionados, se seleccionaron un total de 15 DM, los que conforman la muestra de este estudio y que corresponden al 11.27%, para realizar la evaluación tecnológica, teniendo en cuenta los que más se usan y que a consideración del investigador son más urgentes para revisar y evaluar, como, por ejemplo, máquinas de anestesia, monitores de signos vitales, estimuladores de nervios y desfibriladores.

TABLA II . LISTADO DE EQUIPOS SELECCIONADOS

EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	MODELO
1	ESTIMULADOR DE NERVIO	PLEXYGON 7501.31
2	ESTIMULADOR DE NERVIO	TOF-WATCH
3	ESTIMULADOR DE NERVIO	STIMUPLEX DIG RC
4	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA
5	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA
6	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA

7	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE
8	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE
9	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE
10	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650
11	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650
12	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650
13	MAQUINA DE ANESTESIA	FABIUS PLUS XL
14	MONITOR DE SIGNOS VITALES	VISTA 120
15	DEFIBRILADOR	TEC-5531E

MATRIZ DE ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS:

La matriz expedida por el gobierno nacional contempla tres aspectos a evaluar, uno es la evaluación técnica con un porcentaje del 45%, otro es la evaluación clínica con un peso del 30% y otro es la evaluación económica con un porcentaje del 25%. Para efectos del presente estudio y basándonos en la matriz ya citada evaluamos los mismos tres aspectos, pero con una pequeña variación en los porcentajes. La evaluación técnica mantiene su mismo porcentaje, pero la evaluación económica y la clínica cambian sus porcentajes quedando la primera con un 25% y la segunda con un 30%. Esto debido a que para este estudio es prioritario conocer de qué manera se comportan económicamente los dispositivos médicos que ver la manera en que son percibidos por los trabajadores de la salud.

TABLA III. PORCENTAJE DE EVALUACIONES PARA ESTE PROYECTO

Equipo	Área o Servicio	Nombre del equipo	Modelo	Porcentaje de participación		
				TÉCNICO	CLÍNICO	ECONÓMICO
1	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIO	PLEXYGON 7501.31	45%	25%	30%
2	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIO	TOF-WATCH	45%	25%	30%
3	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIO	STIMUPLEX DIG RC	45%	25%	30%
4	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%
5	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%
6	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%
7	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%
8	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%
9	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%
10	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650	45%	25%	30%
11	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650	45%	25%	30%

12	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAPE B650	45%	25%	30%
13	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	FABIUS PLUS XL	45%	25%	30%
14	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	VISTA 120	45%	25%	30%
15	SALAS DE CIRUGÍA	DESFIBRILADOR	TEC-5531E	45%	25%	30%

Ya que este estudio es específico para conocer la manera en que los mantenimientos preventivos y correctivos afectan la vida útil de los DM. Dentro de la evaluación técnica el ítem de disponibilidad del equipo se ajustó a “disponibilidad del equipo en los últimos seis meses”, dado que este valor es posible de calcular observando el número de horas que el equipo ha estado en mantenimientos preventivos y correctivos para conocer si la disponibilidad real es mayor o menor a la disponibilidad estimada.

Ahora, en cuanto a la evaluación clínica los ítems de: necesidad de la capacitación al servicio, contribución al servicio y la confiabilidad en la aplicación clínica, no se tienen en cuenta por cuanto para los términos de este proyecto estos no son significativos, sin embargo, se consideran los ítems de: estado del equipo y riesgo asociado al uso por considerar que contribuyen con el objeto del estudio.

Finalmente hablando de la evaluación económica se modifica el ítem de costo de operación contra el costo de adquisición en valor presente por el de costo de depreciación contra el costo de adquisición en valor presente, este costo es simplemente la resta entre la depreciación que tiene el equipo en el año actual de uso menos el costo de adquisición en valor presente.

APOYO OFICINA FINANCIERA:

Como en toda empresa hay ciertos valores e información de carácter privado y no es de conocimiento público debido a que esa información se reserva solamente para altos cargos directivos de la clínica. Es por esto que se recurre al apoyo del departamento financiero para poder conocer los valores del costo de adquisición, las fechas de admisión, los costos de mantenimientos preventivos y también el valor de la depreciación que maneja la clínica y la metodología que utiliza para la misma.

HOJAS DE VIDA:

En la Clínica, no se evidencia que las hojas de vida de los DM se encuentren en una plataforma digital, estas se encuentran en físico archivadas en legajadores tipo AZ organizados de la siguiente manera: primero que se puede encontrar un resumen de la hoja de vida del equipo dónde se encuentra información tal como la vida útil, el año de compra, el registro sanitario, con qué accesorios contaba el equipo cuando llegó a la institución, una imagen para saber de qué dispositivo médico se trata entre otros; luego en orden cronológico podemos encontrar: mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos, diagnósticos, instalaciones y calibraciones. A continuación, se encuentran los documentos pertinentes que los proveedores de los DM aportan al ingreso de este, como el permiso de compraventa, algunas alertas de los DM entre otros. Y por último se adjunta una copia del registro sanitario del propio equipo.

SEGUIMIENTO:

Con la información recopilada anteriormente en la que se incluye la selección de ciertos DM para el estudio, contar con una matriz y unas directrices definidas para la misma, tener la información reservada por la clínica dada por el Departamento financiero y teniendo en físico las hojas de vida de los DM se puede empezar a realizar el seguimiento de los mismos para así poder tabular la matriz y hacer posterior análisis de los resultados arrojados por la evaluación tecnológica resultante del mismo.

8. RESULTADOS

En la *Tabla IV* se observan los DM seleccionados para el estudio con su respectivo nombre y modelo para una identificación más fácil, después se evidencia la asignación de porcentajes a cada una de las evaluaciones individuales, los cuales son variables. Frente a estos se encuentran los resultados individuales de cada uno de los DM en las evaluaciones técnica, clínica y económica, por último, se evidencia el valor final dado después de multiplicar cada resultado individual por el porcentaje asignado y sumarlo.

TABLA IV. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN TECNOLÓGICA

Equipo	Área o Servicio	Nombre del equipo	Modelo	Porcentaje de participación			Resultado individual			Valor Final
				TÉCNICOS	CLÍNICOS	ECONÓMICO	TÉCNICOS	CLÍNICOS	ECONÓMICO	
1	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIOS	PLEXYGON 7501.31	45%	25%	30%	3,4441	4	3	3,449845
2	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIOS	TOF-WATCH	45%	25%	30%	3,4441	4	3	3,449845
3	SALAS DE CIRUGÍA	ESTIMULADOR DE NERVIOS	STIMUPLEX DIG RC	45%	25%	30%	3,6663	4	3	3,549835
4	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%	3,333	3	3	3,14985
5	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%	3,333	3	3	3,14985
6	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	INFINITY DELTA	45%	25%	30%	3,333	3	3	3,14985
7	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%	3,9996	2,5	3	3,32482
8	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%	3,6663	2,5	3	3,174835
9	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	AVANCE	45%	25%	30%	3,7774	2,5	3	3,22483
10	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAP E B650	45%	25%	30%	3,9996	2,5	1,5	2,87482
11	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAP E B650	45%	25%	30%	3,8885	2,5	1	2,674825
12	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	CARESCAP E B650	45%	25%	30%	3,8885	2,5	2	2,974825
13	SALAS DE CIRUGÍA	MAQUINA DE ANESTESIA	FABIUS PLUS XL	45%	25%	30%	4,2218	3,5	4	3,97481
14	SALAS DE CIRUGÍA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	VISTA 120	45%	25%	30%	3,9996	3,5	4	3,87482
15	SALAS DE CIRUGÍA	DEFIBRILADOR	TEC-5531E	45%	25%	30%	3,7774	3,5	1,5	3,02483

Adicional a esto se encuentra el comentario que especifica el color de cada valor final que dice: Verde: si el valor final es >3.5, el equipo instalado sirve adecuadamente y es funcional desde los tres componentes. No requiere cambio. se debe realizar una evaluación nuevamente dentro de 2 años para conocer cómo ha evolucionado el estado del equipo. Amarillo: si el valor final está entre 2.5 y 3.5, el equipo instalado está en zona de análisis. Se debe realizar un análisis el siguiente año para conocer cómo ha evolucionado el estado del equipo. Rojo: si el valor final es < 2.5, el equipo instalado no sirve adecuadamente y no es funcional desde los tres componentes. Requiere cambio.

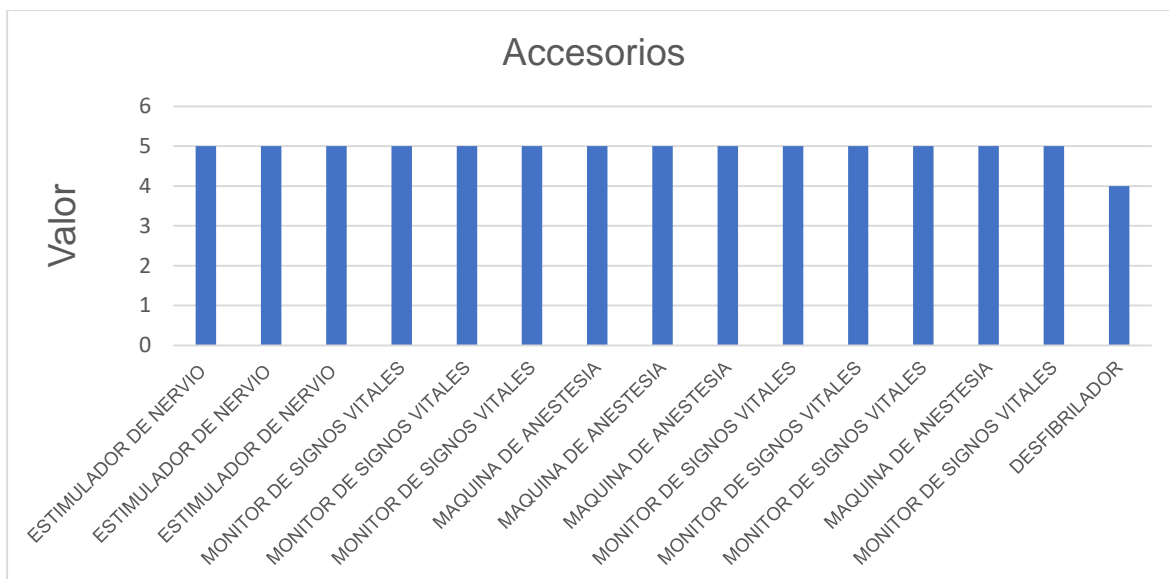


Figura 3. Valor de calificación ítem de accesorios

En la Figura 3 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de accesorios.

En la TABLA V vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de accesorios, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm cuyos accesorios están completos y funcionan correctamente, una calificación baja de 1 se da a los DM que no cuentan con ningún accesorio y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA V. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM ACCESORIOS

RANGO	VALOR
Están completos y funcionan correctamente	5
Están completos, pero no funcionan correctamente	4
Están incompletos y funcionan correctamente	3
Están incompletos y no funcionan correctamente	2
No cuenta con ningún accesorio	1



Figura 4. Valor de calificación ítem disponibilidad en los últimos seis meses

En la Figura 4 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de disponibilidad en los últimos seis meses.

En la TABLA VI vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de disponibilidad en los últimos seis meses, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que hayan tenido una disponibilidad en los últimos seis meses es mayor al 90%, una calificación baja de 1 se da a los DM que hayan tenido una disponibilidad en los últimos seis meses es menor al 30% y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA VI. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM DISPONIBILIDAD EN LOS ÚLTIMOS SEIS MESES

RANGO	VALOR
Disponibilidad real/Programada*100 >= 90%.	5
Entre 90 y 70%	4
Entre 70 y 50	3
Entre 50 y 30.	2
Menor a 30.	1

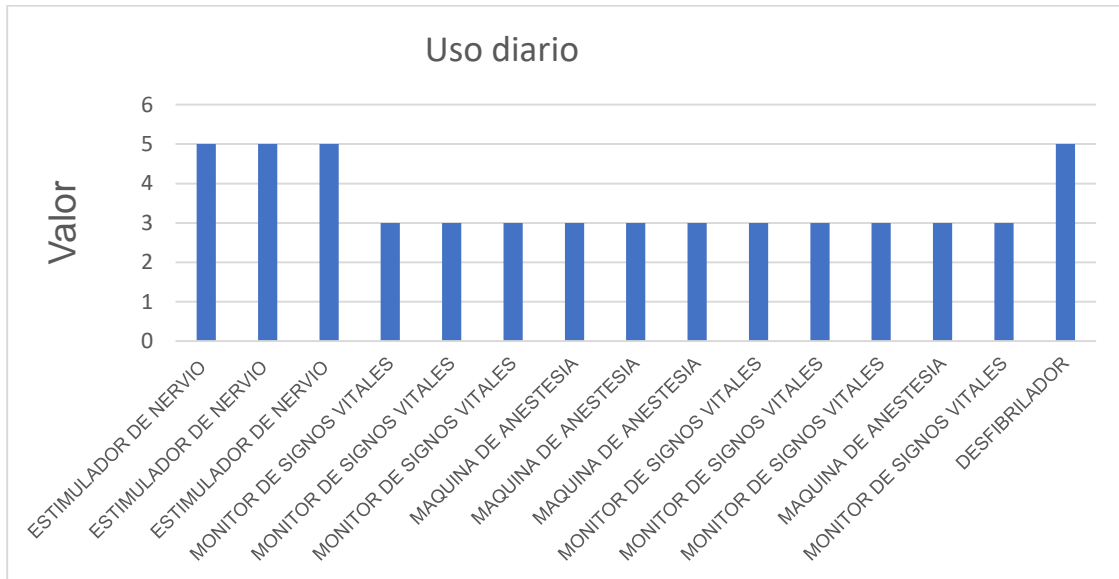


Figura 5. Valor de calificación ítem uso diario

En la Figura 5 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de uso diario.

En la *TABLA VII* vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que se utilicen menos de 4 horas por día, una calificación baja de 1 se da a los DM que se utilicen más de 20 horas por día y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA VII. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM USO DIARIO

RANGO	Valor
Menos de 4h/día	5
Entre 4 a 8h/día	4
Entre 8 a 16h/día	3
Entre 16 a 20h/día	2
Más de 20h/día	1

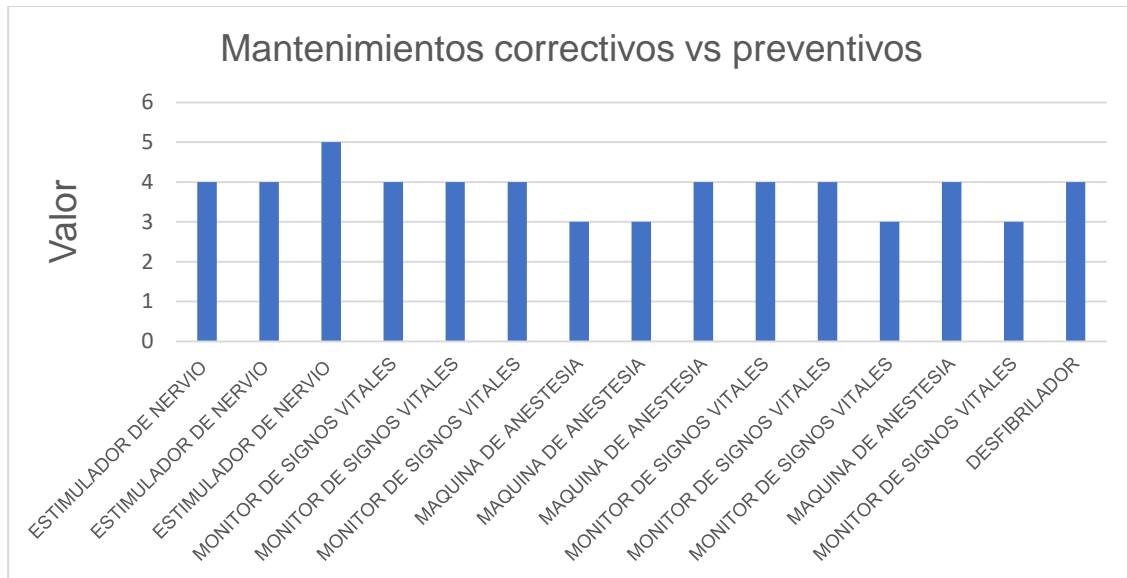


Figura 6. Valor de calificación ítem mantenimientos correctivos Vs. preventivos

En la Figura 6 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de mantenimientos correctivos Vs preventivos.

En la TABLA VIII vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que no hayan tenido ningún mantenimiento correctivo a lo largo de su vida útil, una calificación baja de 1 se da a los DM que tengan un numero mucho mayor de correctivos que de preventivos y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA VIII. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS VS. PREVENTIVOS

RANGO	Valor
No tuvo mantenimiento correctivo.	5
# Correctivos << # Preventivos.	4
# Correctivos < # Preventivos.	3
# Correctivos > # Preventivos.	2
# Correctivos >> # Preventivos.	1

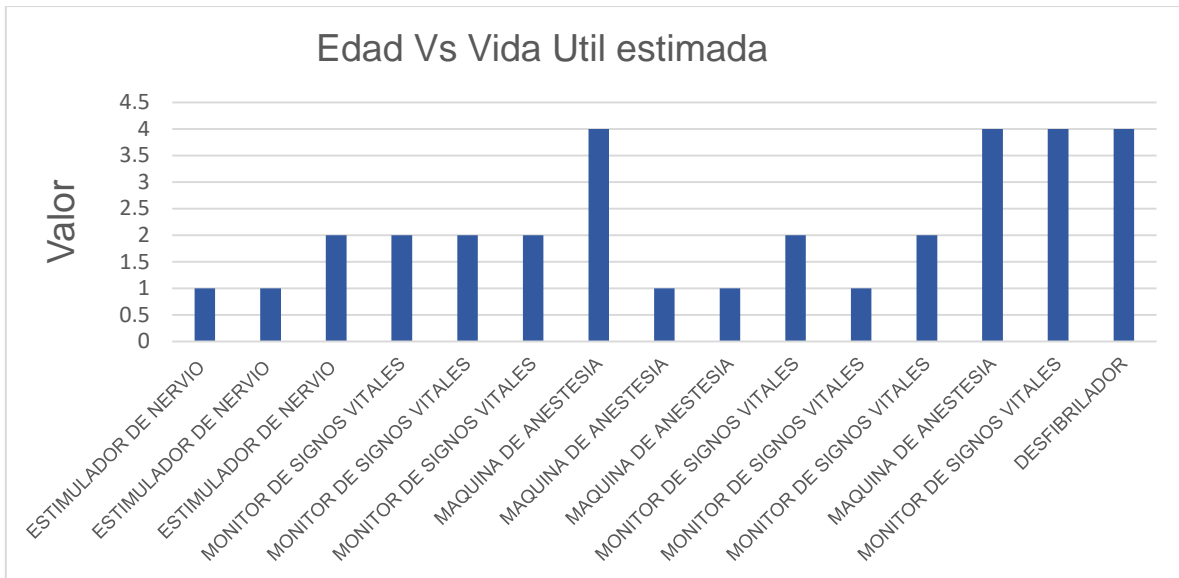


Figura 7. Valor de calificación ítem edad Vs. vida útil estimada

En la Figura 7 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de edad Vs vida útil estimada.

En la TABLA IX vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm cuya edad sea mucho menor que si vida útil, una calificación baja de 1 se da a los DM cuya edad sea mucho mayor que su vida útil y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores

TABLA IX. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM EDAD Vs. VIDA ÚTIL ESTIMADA

RANGO	Valor
Edad del equipo << Vida útil estimada	5
Edad del equipo < Vida útil estimada	4
Edad del equipo = Vida útil estimada	3
Edad del equipo > Vida útil estimada.	2
Edad del equipo >> Vida útil estimada.	1

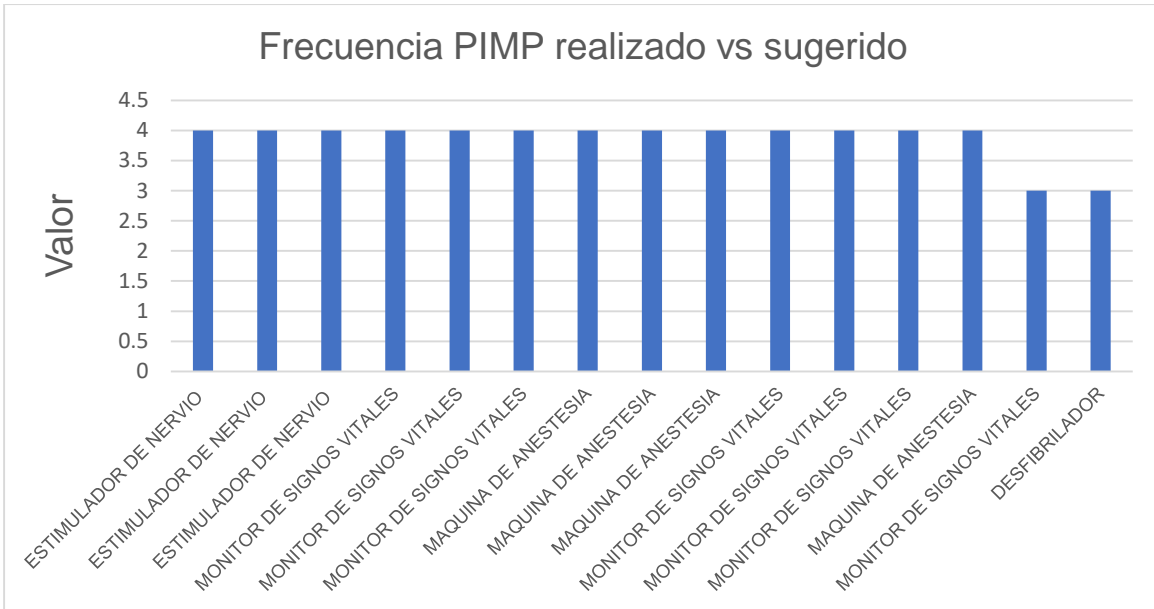


Figura 8. Valor de calificación ítem frecuencia PIMP realizado Vs. sugerido

En la Figura 8 podemos observar el valor obtenido por los DM en cuanto a la frecuencia mantenimientos preventivos realizada versus la propuesta. Ninguna calificación puede ser de 5 debido a que no se encontró una directiva de la ECRI, pero sí se revisó con los manuales de cada uno de los DM para conocer la periodicidad de los mismos y con base en esto dar una correcta calificación.

En la TABLA X vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que tengan una periodicidad de mantenimientos preventivos igual a la estipulada por la ECRI, una calificación baja de 1 se da a los DM que no presenten ningún mantenimiento preventivo a lo largo de su vida útil y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores

TABLA X. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM FRECUENCIA PIMP REALIZADO Vs. SUGERIDO

RANGO	Valor
Frecuencia realizada = Frecuencia sugerida por ECRI.	5
Frecuencia realizada > Frecuencia sugerida por fabricante.	4
Frecuencia realizada = Frecuencia sugerida por fabricante.	3
Frecuencia realizada < Frecuencia sugerida por fabricante.	2
No se ha realizado.	1

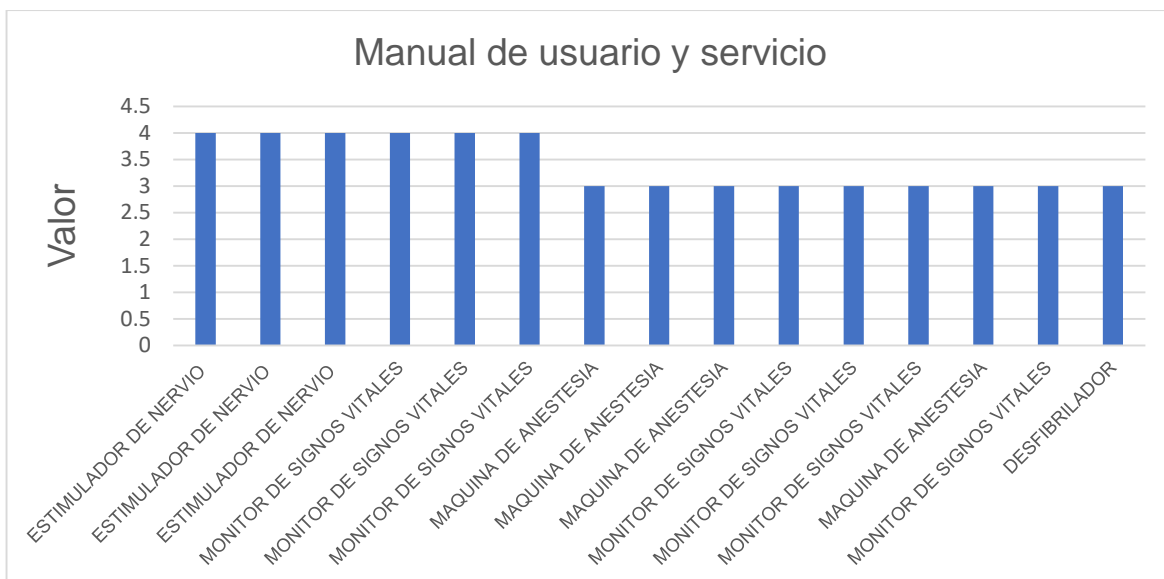


Figura 9. Valor de calificación ítem manual de usuario y servicio

En la Figura 9 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de manual de usuario y servicio.

En la *TABLA XI* vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que cuentan con estos dos manuales, una calificación baja de 1 se da a los DM que no cuentan con ningún manual o guía y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XI. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM MANUAL DE USUARIO Y SERVICIO

RANGO	Valor
Cuenta con manual de usuario y de servicio	5
Cuenta con manual de usuario	4
Cuenta con manual de servicio	3
Cuenta con algún tipo de guía	2
No cuenta con ningún manual ni guía	1

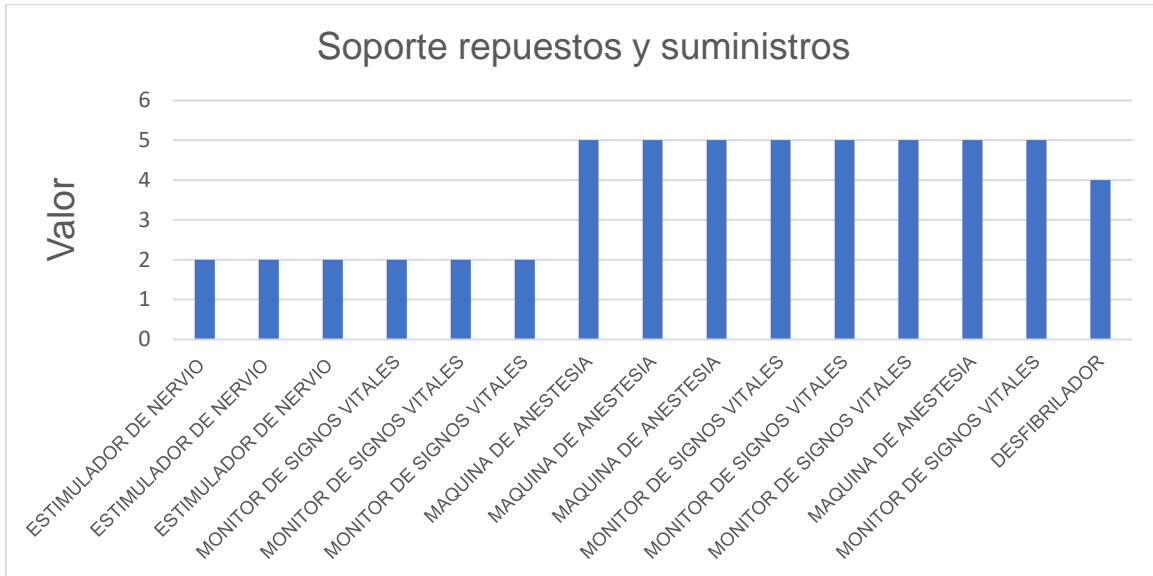


Figura 10. Valor de calificación ítem soporte repuestos y suministros

En la Figura 10 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de soporte de repuestos y suministros.

En la TABLA XII vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que cuentan con soporte de repuestos y suministros originales, una calificación baja de 1 se da a los DM que no cuentan con ningún soporte y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XII. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM SOPORTE REPUESTOS Y SUMINISTROS

RANGO	Valor
Cuenta con soporte de repuestos y suministros originales	5
Cuenta con contratación externa para soporte de repuestos y suministros	4
Cuenta con soporte de repuestos y suministros genéricos y originales	3
Cuenta con soporte de repuestos y suministros genéricos	2
No cuenta con ningún soporte.	1

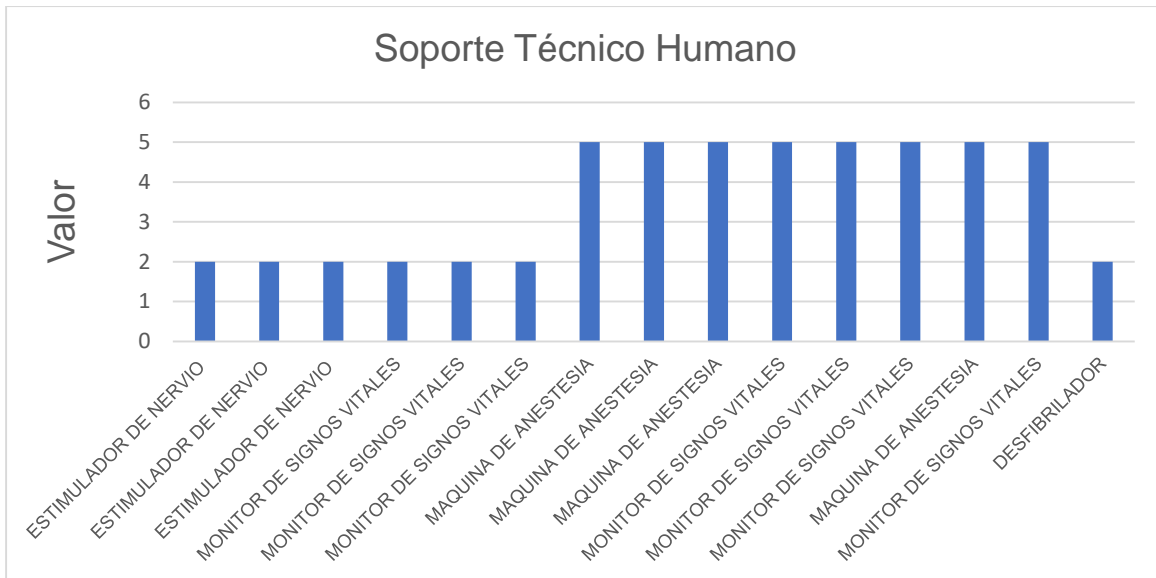


Figura 11. Valor de calificación ítem soporte técnico humano

En la Figura 11 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de soporte técnico humano.

En la TABLA XIII vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que cuentan con soporte técnico humano del fabricante, una calificación baja de 1 se da a los DM que no cuentan con ningún soporte técnico humano y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XIII. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM SOPORTE TÉCNICO HUMANO

RANGO	Valor
Cuenta con soporte técnico humano del fabricante	5
Cuenta con soporte técnico humano interno y calificado	4
Cuenta con soporte técnico humano externo	3
Cuenta con soporte técnico humano interno y no calificado	2
No cuenta con ningún soporte técnico humano.	1



Figura 12. Valor de calificación ítem estado del equipo

En la Figura 12 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de estado del equipo.

En la TABLA XIV vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que no presente fallas en su funcionamiento y su condición física y aspecto son óptimos, una calificación baja de 1 se da a los DM que no funcione y su condición física y aspecto pueden o no ser mejorados y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XIV. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM ESTADO DEL EQUIPO

RANGO	Valor
El equipo no presenta fallas en su funcionamiento y su condición física y aspecto son óptimos	5
El equipo no presenta fallas en su funcionamiento y su condición física y aspecto pueden ser mejorados	4
El equipo presenta eventualmente fallas en su funcionamiento y su condición física y aspecto pueden ser o no mejorados	3
El equipo presenta repetidas fallas en su funcionamiento y su condición física y aspecto pueden ser o no mejorados	2
El equipo no funciona y su condición física y aspecto pueden ser o no mejorados	1



Figura 13. Valor de calificación ítem riesgo asociado al uso

En la Figura 13 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de riesgo asociado al uso.

En la TABLA XV vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm que no puede llegar a causar ningún tipo de daño para los pacientes ni para los operarios, una calificación baja de 1 se da a los DM que puede llegar a causar continuamente dalos serios a los pacientes y los operarios y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XV. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM RIESGO ASOCIADO AL USO

RANGO	Valor
En lo absoluto, no puede llegar a causar ningún tipo de daño para los pacientes ni los operarios	5
Puede llegar a causar algún daño leve a los pacientes y los operarios	4
Puede llegar a causar continuamente daños leves a los pacientes y los operarios	3
Puede llegar a causar algún daño serio a los pacientes y los operarios	2
Puede llegar a causar continuamente daños serios a los pacientes y los operarios	1

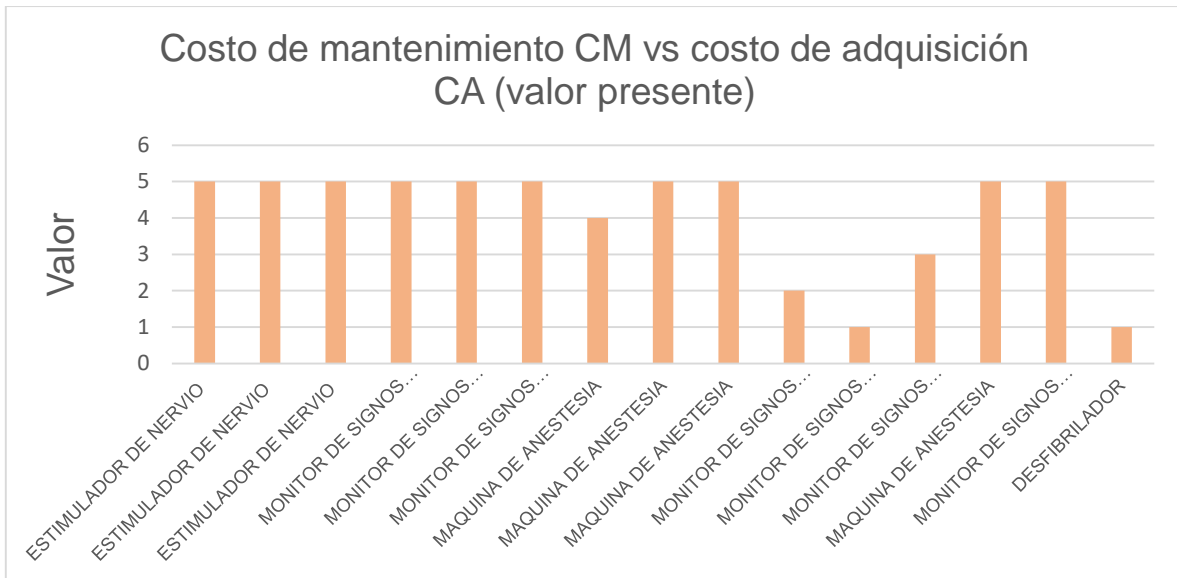


Figura 14. Valor de calificación ítem costo de mantenimiento Vs. costo de adquisición

En la Figura 14 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de costo de mantenimiento CM Vs costo de adquisición CA (valor presente).

En la TABLA XVI vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm cuya relación entre el costo de mantenimiento y el costo de adquisición en valor presente sea menor o igual a 1.75%, una calificación baja de 1 se da a los DM cuya relación entre el costo de mantenimiento y el costo de adquisición en valor presente sea mayor al 10% y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XVI. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM COSTO DE MANTENIMIENTO Vs. COSTO DE ADQUISICIÓN

RANGO	Valor
Menor o igual a 1.75%,	5
Entre 1.76 y 3.38%,	4
Entre 3.39 y 5.00%,	3
Entre 5.00 y 10.00%,	2
Mayor a 10.00%	1

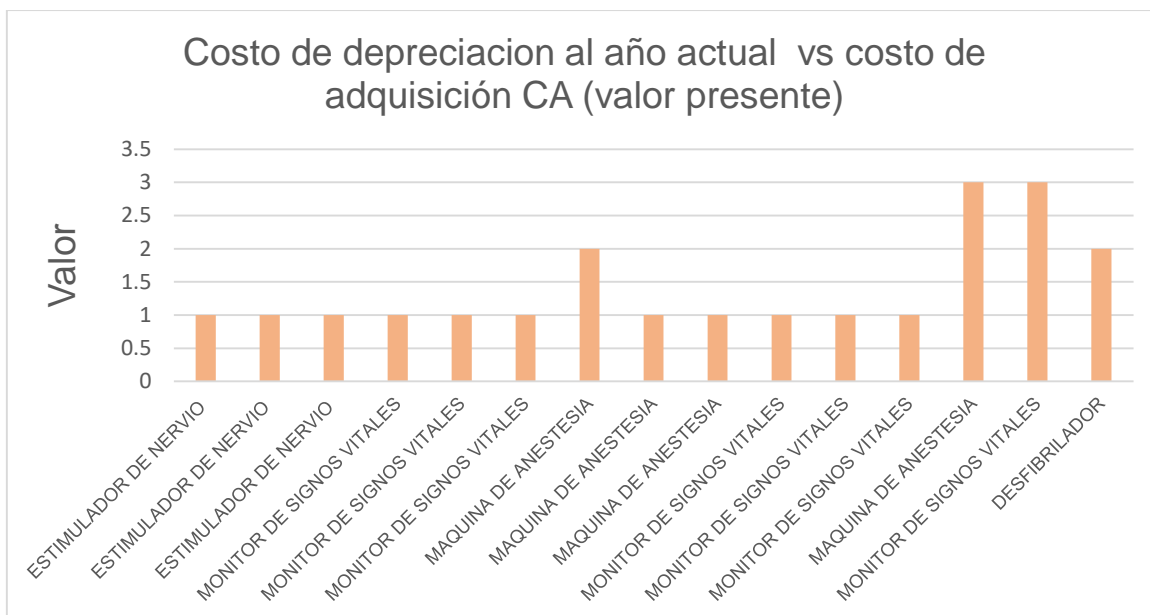


Figura 15. Valor de calificación ítem costo de depreciación Vs. costo de adquisición

En la Figura 15 encontramos el valor de la calificación obtenida por cada uno de los DM en el ítem de costo de depreciación al año actual Vs costo de adquisición CA (valor presente).

En la TABLA XVII vemos los valores correspondientes a la calificación del ítem de manual de usuario y servicio, donde una calificación alta de 5 se da a los Dm cuya sustracción entre el costo de adquisición en valor presente y el costo de depreciación al año actual sea igual a 0, una calificación baja de 1 se da a los DM cuya sustracción entre el costo de adquisición en valor presente y el costo de depreciación al año actual sea igual al costo de adquisición y con unas calificaciones intermedias entre esos dos valores.

TABLA XVII. RANGOS PARA ASIGNAR VALOR DE CALIFICACIÓN ÍTEM COSTO DE DEPRECIACIÓN CD Vs. COSTO DE ADQUISICIÓN CA

RANGO	Valor
CA - CD = 0	5
CA - CD = cercano a 0	4
CA - CD = cerca del 50% de CA	3
CA - CD = cercano a CA	2
CA - CD = CA	1

En la Figura 16 se observa la comparativa entre la edad de los DM a evaluar de color azul contra la vida útil estimada de los mismos en color naranja.

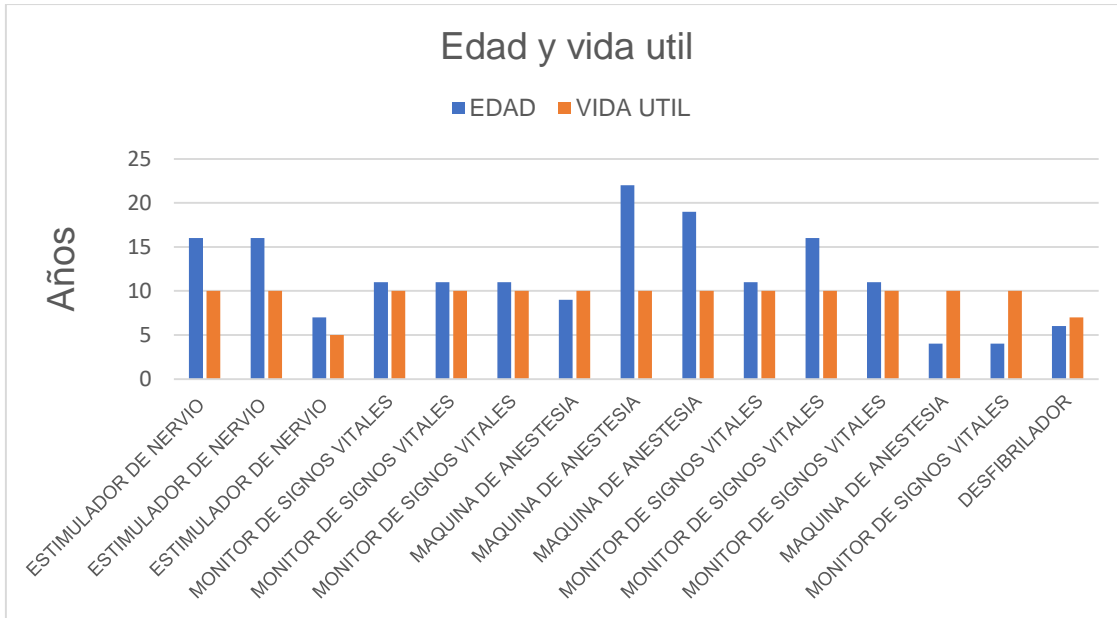


Figura 16. Comparación entre la edad y la vida útil

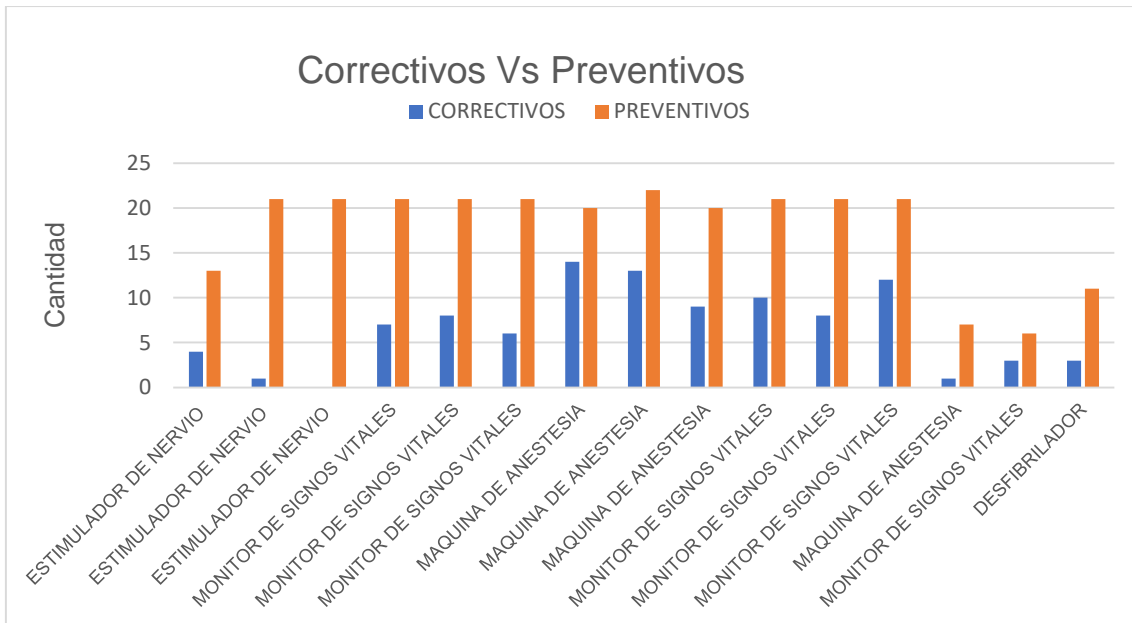


Figura 17. Comparación entre la cantidad de mantenimientos correctivos y preventivos

Como podemos evidenciar en la Figura 17 se encuentra la comparativa entre la cantidad de mantenimientos correctivos realizados de los DM a evaluar de color azul contra la cantidad de mantenimientos preventivos realizados de los mismos en color naranja

DEPRECIACIÓN DE LOS DM SELECCIONADOS:

Para el análisis de la depreciación de los DM seleccionados se aplicó el método lineal, encontrando que diez (10) de los quince (15) equipos tienen una depreciación de cero (0).

A continuación, se presentan las tablas de depreciación de los equipos que aun no cumplen su vida útil.

En la tabla XVIII se muestra el cálculo realizado para conocer la depreciación lineal a 10 años de la máquina de anestesia modelo FABIUS PLUS XL

valor del activo	vida util	valor residual	depreciacion lineal
\$ 107,100,000.00	10	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 97,461,000.00	9	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 87,822,000.00	8	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 78,183,000.00	7	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 68,544,000.00	6	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 58,905,000.00	5	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 49,266,000.00	4	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 39,627,000.00	3	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 29,988,000.00	2	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 20,349,000.00	1	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00
\$ 10,710,000.00	0	\$ 10,710,000.00	\$ 9,639,000.00

En la tabla XIX se muestra el cálculo realizado para conocer la depreciación lineal a 10 años de la máquina de anestesia modelo AVANCE

valor del activo	vida util	valor residual	depreciacion lineal
\$ 170,000,000.00	10	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 154,700,000.00	9	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 139,400,000.00	8	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 124,100,000.00	7	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 108,800,000.00	6	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 93,500,000.00	5	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 78,200,000.00	4	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 62,900,000.00	3	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 47,600,000.00	2	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 32,300,000.00	1	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00
\$ 17,000,000.00	0	\$ 17,000,000.00	\$ 15,300,000.00

En la tabla XX se muestra el cálculo realizado para conocer la depreciación lineal a 10 años del monitor de signos vitales VISTA 120

valor del activo	vida util	valor residual	depreciacion lineal
\$ 33,088,926.40	10	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 30,110,923.02	9	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38

\$ 27,132,919.65	8	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 24,154,916.27	7	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 21,176,912.89	6	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 18,198,909.51	5	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 15,220,906.13	4	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 12,242,902.75	3	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 9,264,899.37	2	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 6,286,895.99	1	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38
\$ 3,308,892.61	0	\$ 3,308,892.64	\$ 2,978,003.38

En la tabla XXI se muestra el cálculo realizado para conocer la depreciación lineal a 7 años del desfibrilador modelo TEC-5531E

valor del activo	vida util	valor residual	depreciacion lineal
\$ 4,280,000.00	7	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 3,755,918.37	6	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 3,231,836.73	5	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 2,707,755.10	4	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 2,183,673.47	3	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 1,659,591.84	2	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 1,135,510.20	1	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63
\$ 611,428.57	0	\$ 611,428.57	\$ 524,081.63

9. DISCUSIÓN

Este trabajo se realizó con el fin de encontrar una manera de apoyar a la Clínica en el fortalecimiento de la evaluación tecnológica o también en la evaluación de la obsolescencia de los diferentes DM que está tiene.

Cómo se pudo evidenciar a lo largo del trabajo en la metodología se especificaron las diferentes fases del proyecto. Siguiendo los pasos estipulados en estas, se logró tabular la matriz de evaluación tecnológica para de esta manera poder llegar a los resultados mostrados anteriormente.

Ahora bien, conociendo los resultados podemos decir que los DM de la Clínica se tratan de mantener con todos sus accesorios funcionando correctamente esto se demuestra en las calificaciones de los DM en el ítem de accesorios comúnmente es de 5 o 4.

Junto con estos vemos que la disponibilidad de los DM es bastante alta puesto que la disponibilidad real supera el 90%, estos cálculos se hicieron sumando las horas en las que los DM estaban fuera de servicio ya sea por mantenimientos preventivos o correctivos y éstas nunca superaron en los últimos seis meses más de 10 horas de no estar disponibles.

Un indicador bastante bueno qué da cuenta que los dispositivos médicos en la Clínica siempre están disponibles para los pacientes, hace referencia uso diario de los mismos, ya que al estar en salas de cirugía y tener turnos tan largos (un ejemplo de esto podrían ser las máquinas de anestesia que trabajan desde las 6 de la mañana hasta aproximadamente las 5 de la tarde) muestra que los DM están en constante uso y a pesar de que algunos llevan tantos años, como se muestra en la Figura 16, siguen cumpliendo con los requisitos necesarios para un correcto funcionamiento.

Uno de los temas más importantes a tratar es la cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos que se le realizan a los dispositivos médicos. Como podemos observar en la Figura 17, la cantidad de mantenimientos correctivos siempre ha sido menor a la cantidad de mantenimientos preventivos esto nos indica que los dispositivos tienden a funcionar correctamente y que los mantenimientos preventivos cumplen con la función de evitar que los DM se dañen de forma prematura, preservándolos de mejor manera, para que los mantenimientos correctivos sólo se presenten en caso de eventos aleatorios que se presentan sin previo aviso y que generan alguna avería, más no por un deterioro constante, que puede deberse a una mala manipulación o a un mal cuidado del dispositivo médico.

Cómo se mencionó anteriormente la mayoría de los DM tomados para este estudio Presenta una edad que supera los 10 años de vida útil, que es la edad estimada para los DM en general, esto se puede analizar de dos maneras: primera que estos son tan buenos que a pesar de llevar tanto tiempo no es necesario cambiarlos y cumplen con su función de una manera correcta a pesar del paso del tiempo y segundo, qué bien sea por falta de una evaluación tecnológica, o bien, por falta de recursos, la clínica no ha hecho una renovación de la tecnología.

La Periodicidad con la que se realizan los mantenimientos preventivos es mayor o igual, en la Clínica que lo estipulado por el fabricante, estos datos se conocieron revisando los manuales de usuario y de servicio de cada uno de los DM contrastado con los mantenimientos realizados que se encuentran en la hoja de vida de los quipos.

Siguiendo con el soporte de repuestos y suministros se sabe que sólo aquellos DM que están todavía por garantía son los que presentan un valor de 5, puesto que cuentan con soporte de partes originales mientras que los demás al salir de garantía y tener que conseguir sus suministros por parte de la clínica pues cuentan solamente con suministros genéricos.

En cuanto al soporte técnico humano igual que en el soporte de suministros los dispositivos médicos que están en garantía son los que tienen un soporte técnico especializado de fábrica y por eso tienen una calificación de 5, a pesar de que se considera que el personal que trabaja en la clínica en el departamento de biomédica debería contar como soporte técnico humano interno y calificado, por política de la empresa, esto no se da en razón a que no se cuenta con certificaciones por parte de las empresas proveedoras de los DM en cuanto a la manipulación de los mismos por parte del personal de la clínica, lo que da una calificación de 2.

Con respecto a la evaluación clínica podemos evidenciar que los dispositivos médicos presentan en algunas ocasiones un valor bajo en cuanto a su estado no porque el equipo presente fallas sino porque su condición física y su aspecto no son los mejores al momento de hacer la evaluación, esto se debe a la edad prolongada que llevan en funcionamiento.

En cuanto al riesgo asociado al uso, a pesar de que todos los DM analizados son de riesgos IIA y IIB no todos presentan un riesgo asociado a su uso, ya que nos es lo mismo el riesgo que presenta para el paciente que falle un desfibrilador que el riesgo que al fallar un monitor que mide la temperatura por esto las calificaciones son tan distintas entre los dispositivos médicos.

Con respecto a la evaluación económica en la cual vemos que los costos de mantenimiento son realmente menores para la mayoría de DM a excepción de un monitor que debido a su bajo costo y al contrato que se tiene actualmente con la compañía que presta su mantenimiento preventivo, este sí se encuentra por encima del rango normal o aceptable para la calificación del costo de mantenimiento versus el costo de adquisición en valor presente.

Estos valores de mantenimiento se toman de los contratos que la clínica tiene con empresas específicas para hacer mantenimientos de unos DM y para otros casos se toma dividiendo el valor del salario de los técnicos que trabajan en el área biomédica de la Clínica y multiplicándose por las horas aproximadas que tomaría realizar un mantenimiento preventivo de estos DM.

En relación a la depreciación, se utiliza el método lineal con el fin de conocer la tasa periódica de pérdida de valor de los DM, donde muchos presentan un valor de 0 en razón a que han superado la vida útil estimada inicialmente por la clínica y por esto mismo sólo aquellos DM que tienen menos de 10 años o un número menor a su vida útil son los que presentan una calificación mayor a 1 que es aceptable, esto se podría mejorar siempre que se realice una renovación tecnológica antes que se agote el tiempo de vida estimado.

10. CONCLUSIONES:

Se evidencia que existen varios DM que necesitan una revisión periódica en razón a las calificaciones obtenidas a lo largo de la evaluación tecnológica, así como también existen dispositivos que son adecuados para trabajar y no necesitan una revisión en un futuro cercano, esto debido a que la evaluación técnica es la que mayor peso tiene en el estudio y por si sola puede cambiar la calificación total que reciba un equipo. por lo que no es necesario hacer una renovación tecnológica de los DM estudiados en este proyecto.

Como parte de la solución al problema se entrega una nueva herramienta a la clínica para la correcta implementación a futuro de la evaluación tecnológica de los DM en sus diferentes áreas para establecer si es necesario o no, realizar una renovación tecnológica.

Al analizar la depreciación de los DM seleccionados, encontramos que al parecer los mantenimientos preventivos y correctivos han cumplido con su propósito en particular en aquellos que ya han superado los años de vida útil estimados y cuya depreciación es igual a cero. toda vez que aún siguen al servicio de los usuarios y funcionando de forma correcta.

Los DM que tienen más de 10 años de vida y todavía siguen funcionando de manera correcta sin presentar fallos, debido a la ejecución de los respectivos mantenimientos preventivos según cronograma, nos permite inferir que la relación entre el mantenimiento preventivo y la vida útil es directa, toda vez que aquel permiten alargar esta.

11. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS:

Para trabajos futuros se recomienda ampliar la evaluación clínica y hacer está teniendo en cuenta encuestas para los trabajadores que usan los DM a evaluar, además de esto se debe realizar una guía para el correcto diligenciamiento de la matriz y las respectivas correcciones o aclaraciones que se quieran hacer en la misma.

Esta matriz de evaluación tecnológica se podría mejorar en un trabajo futuro mediante la implementación de la misma como un programa convirtiéndola de un archivo en Excel a un software capaz de analizar automáticamente los datos que se le suministren y aconsejar a los trabajadores del área de biomédica con respecto a la renovación tecnológica de los DM a estudiar.

Es recomendable que la evaluación de los dispositivos médicos que se plantea en este proyecto se realice con tiempo y objetividad, debido a que la cantidad de información necesaria para completar este tipo de investigaciones es bastante alta.

Evaluar los pesos que tienen cada una de las evaluaciones y proyectar unos nuevos dependiendo de las necesidades del estudio a realizar, no sobrecargando tanto el peso de la decisión de la renovación tecnológica en la evaluación técnica.

REFERENCIAS

- [1] *Essalud.gob.pe*, 2019. [Online]. Available: http://www.essalud.gob.pe/ietsi/BOLETINES_TECNOLOGICOS/pdf/boletin_tecnologico_04_2019.pdf. [Accessed: 15- Feb- 2021].
- [2] "Depreciación - Definición, qué es y concepto | Economipedia", *Economipedia*, 2016. [Online]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/depreciacion.html>. [Accessed: 15- Feb- 2021].
- [3] "ABC dispositivos medicos", *Invima.gov.co*, 2013. [Online]. Available: https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274. [Accessed: 18- Feb- 2021].
- [4] J. Ortiz Martínez, *Hospitales universitarios en Colombia: desde Flexner hasta los centros académicos de salud*, 1st ed. Elsevier España, 2016, pp. 50 - 58.
- [5] "Clínica Universidad de La Sabana", *Clinicaunisabana.edu.co*. [Online]. Available: <https://www.clinicaunisabana.edu.co/nuestra-clinica/>. [Accessed: 18- Feb- 2021].
- [6] e. cruz echeverry, *procedimiento para dar de baja equipos y medios de almacenamiento*, 1st ed. castilla la nueva, 2015, p. 2.
- [7] S. User, "¿Qué es el mantenimiento correctivo?", *Aner.com*, 2021. [Online]. Available: <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>. [Accessed: 12- Mar- 2021].
- [8] "Significado de Mantenimiento preventivo", *Significados*, 2021. [Online]. Available: <https://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>. [Accessed: 12- Mar- 2021].
- [9] A. G. IBARRA, «guia para diligenciar la propuesta de indice de obsolescencia de equipos biomédicos,» minsalud, bogota, 2017.
- [10] "Vida útil de los activos fijos o depreciables | Gerencie.com", *Gerencie.com*, 2019. [Online]. Available: <https://www.gerencie.com/vida-util-de-los-activos-fijos.html>. [Accessed: 26- Apr- 2021].
- [11] H. Talavera, "¿Cómo calcular la depreciación? - 3 métodos de cálculo y ejemplos", *AsesoraPYME*, 2019. [Online]. Available: <https://www.asesorapyme.org/2019/06/12/que-es-la-depreciacion-y-que-importancia-tiene/>. [Accessed: 26- Apr- 2021].
- [12] "Obsolescencia | Sage Advice España", *Sage Advice España*, 2021. [Online]. Available: <https://www.sage.com/es-es/blog/diccionario-empresarial/obsolescencia/>. [Accessed: 28- Apr- 2021].
- [13] C. Botero G, *manual de mantenimiento*, 1st ed. Bogota, 1991.
- [14] "No solo hay crisis en UCI: así están las urgencias", *Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo*, 2021. [Online]. Available:

<https://www.semana.com/nacion/articulo/salas-de-urgencia-donde-colapsa-la-salud/202158/>. [Accessed: 06- May- 2021].

[15] "¿En qué puede trabajar un Ingeniero Biomédico? - Universidad del Rosario", Urosario.edu.co, 2021. [Online]. Available: <https://www.urosario.edu.co/Programa-Ingenieria-Biomedica/EI-programa/Perfiles/>. [Accessed: 06- May- 2021].

[16] p. posada, "Alternativas de financiación para equipamiento médico", *Elhospital.com*, 2007. [Online]. Available: <https://www.elhospital.com/temas/Alternativas-de-financiacion-para-equipamiento-medico+8057619?pagina=2>. [Accessed: 06- May- 2021].

ANEXOS

Anexo N° 1 - Diagrama de Gantt

