



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LA
OBSOLESCENCIA DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LAS ÁREAS DE CIRUGÍA,
AYUDAS DIAGNÓSTICAS Y RADIOLOGÍA DE LA CLÍNICA CARDIO VID**

Yadira Henao Ossa

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Programa de Bioingeniería

Medellín, Colombia

2020



Evaluación y determinación de estrategias para mitigar la obsolescencia de los
equipos biomédicos en las áreas de cirugía, ayudas diagnósticas y radiología de la clínica
Cardio VID

Yadira Henao Ossa

Informe de prácticas presentado como requisito parcial para optar al título de:
Bioingeniera

Asesor Interno:

Mabel Catalina Zapata Álvarez, Bioingeniera

Asesor Externo:

Jaime Armando Osorio Giraldo, Ingeniero en instrumentación y control

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Programa de Bioingeniería.
Medellín, Colombia
2021

Soy los rostros quemados de mis abuelos, después de tantos años recolectando café; soy las manos cansadas de mis abuelas, de estar cuidando de otros; soy los pies de mis padres, que andaban descalzos para ir a la escuela; soy la carrera de mi padre, que logró a la distancia, con un trabajo y dos niñas pequeñas; soy el almacén de ropa de mi madre, su trabajo por mantener a flote la finca y su fuerza que le alcanza para ser ama de casa; soy las comidas a las que mi hermana me invitó cuando nos ganaba el cansancio y las veces que veló por mí cuando me enfermaba; soy la preocupación de mis padres al saberme lejos y soy las tantas veces que ellos confiaron en mí aun cuando yo había dejado de hacerlo; soy el amor de mis perros al volver a casa después de meses.

Soy la universidad de Antioquia, universidad pública que me permitió estudiar una carrera, soy los tantos paros que viví, soy las marchas a las que asistí y el sentido social que se generó en mí y soy el amor que encontré un día sentado en una mesa del 21.

Soy los apuntes prestados y las veces que mis amigos dedicaron su tiempo para explicarme un tema, soy las horas de estudio en la biblioteca, el tercer piso del 19, el 21 y en bio-instrumentación; soy mis uñas comidas por la ansiedad de pensar que no terminaría la carrera.

Soy los múltiples aprendizajes, las tantas risas y las hermosas personas que conocí durante mis prácticas en la clínica Cardio VID.

Para llegar a dónde estoy hoy, antes tuve que ser muchas otras cosas.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres María Fernanda y Fabián, por los valores que me han inculcado, por los sacrificios realizados para sacarnos adelante a mi hermana y a mí, y por el buen ejemplo que siempre han sido. Gracias por ser los promotores de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí.

A mi hermana Natalia, que, aunque parezca que siempre estamos en desacuerdo y discutamos por cualquier cuestión, hay momentos de tregua en dónde está presente para aportarme mil cosas buenas y llenarme de felicidad.

A Daniel Burbano, por su amor, paciencia y ayuda siempre. Sé que no ha sido fácil, y aun así ha estado conmigo en los momentos más turbulentos.

A Alejandro Arias, por sus enseñanzas, por su continua orientación y disposición para aclarar dudas, por su infinita paciencia para volver a explicar las cosas, por todas las sugerencias y consejos. Su labor como líder fue excelente, gracias por brindarme su confianza y por creer en mí. Es inmensurable el conocimiento adquirido a través de estas prácticas.

A Catalina Zapata, por su asesoría en el proceso de elaboración de este proyecto, por sus oportunas respuestas y por orientarme en cada momento en que lo requerí.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Dispositivos médicos	5
2.1.1 Clasificación de los dispositivos médicos	5
2.2 Equipo biomédico	6
2.2.1 Clasificación de los equipos biomédicos	6
2.3 Obsolescencia de equipos biomédicos	7
2.4 Metodología de evaluación de obsolescencia en el software Keeper	8
3. METODOLOGÍA	10
3.1 Fase 1: Diagnóstico situacional	10
3.2 Fase 2: Resultados de la evaluación	14
3.3 Fase 3: Estrategias de mitigación de obsolescencia	14
4. RESULTADOS	15
4.1 Selección de equipos biomédicos susceptibles a la evaluación	15
4.2 Resultados evaluación técnica	18
4.2.1 Edad	18
4.2.2 Intensidad de uso	19
4.2.3 Número de mantenimientos/suministros al año	21
4.2.4 Tiempo fuera de servicio	21

4.2.5 Manual de usuario y de servicio.....	22
4.2.6 Seguridad.....	23
4.3 Resultados evaluación clínica.....	26
4.4 Resultados evaluación económica	30
4.4.1 Vida útil.....	30
4.4.2 Costo actual del equipo en el mercado.....	31
4.4.3 Costo anual de operación y costo anual de mantenimiento	32
4.4.4 Costo de suministros y reparaciones eventuales en un año.....	33
4.4.5 Valor de salvamento.....	34
4.4.6 TMAR	35
4.5 Resultados globales.....	35
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
6. REFERENCIAS	43
7. ANEXOS.....	45
Anexo A. Información de los equipos evaluados.	45
Anexo B. Equipos en mal estado.	48
Anexo C. Equipos en estado aceptable.	49
Anexo D. Equipos en buen estado.	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Formato evaluación clínica.....	13
Tabla 2 Equipos fuera de servicio un tiempo mayor de 24 horas.....	22
Tabla 3 Profesionales quienes diligenciaron las encuestas	27
Tabla 4 Equipos con analogías para el costo actual	32
Tabla 5 Equipos a los que no se tuvo acceso a su contrato	33
Tabla 6 Equipos que requirieron repuestos y costos asociados.....	34
Tabla 7 Resultados de la evaluación para los tipos de equipos	36
Tabla 8 Puntajes evaluación técnica.....	38
Tabla 9 Equipos evaluados	45
Tabla 10 Equipos en mal estado	48
Tabla 11 Equipos en estado aceptable.....	49
Tabla 12 Equipos en buen estado	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Inventario de equipos	16
Figura 2 Clasificación de equipos según nivel de riesgo.....	17
Figura 3 Antigüedad de los equipos	19
Figura 4 Horas de uso de la tecnología biomédica en un día normal	20
Figura 5 Tiempo gastado en reparaciones durante el último año	21
Figura 6 Equipos con manual de usuario y de servicio	23
Figura 7 Requerimiento registro INVIMA.....	24
Figura 8 Puntuación evaluación técnica para diferentes equipos	24
Figura 9 Puntuación evaluación técnica para equipos de Rx	25
Figura 10 Puntuación evaluación técnica para máquinas de anestesia.....	25
Figura 11 Puntuación evaluación técnica para desfibriladores	25
Figura 12 Puntuación evaluación técnica para monitores de signos vitales.....	26
Figura 13 Percepción del personal sobre la utilidad de los equipos	27
Figura 14 Percepción del personal sobre la contribución de los equipos	28
Figura 15 Percepción del personal sobre la confiabilidad de los equipos	29
Figura 16 Percepción del personal sobre los factores de riesgo de los equipos	29
Figura 17 Vida útil de los equipos.....	31
Figura 18 Resultados de la evaluación	35

GLOSARIO

BAJA: Proceso mediante el cual se decide retirar un equipo tanto físicamente como de los registros contables e inventarios de la entidad por no estar en condiciones de prestar servicio alguno por el estado de deterioro o desgaste natural en el que se encuentran, por no ser necesario su uso o por necesidades o decisiones administrativas o legales que lo exijan, tales como traslado a otra entidad, venta o permuta (Puerto Gómez, 2014).

ECRI: Es una agencia sin ánimo de lucro de investigación de servicios de salud y a la vez un centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud, que provee información y asistencia técnica a la comunidad de servicios de la salud con el ánimo de proporcionar una atención segura y costo-efectiva a los pacientes desde hace más de 25 años (*ECRI / Trusted Voice in Healthcare*, 2020).

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA: Conjunto de procesos que aportan el estado de la tecnología instalada en una institución prestadora del servicio de salud. se encarga de examinar la tecnología en uso en la institución, y determinar a través de actividades de control, planificación y dirección el estado actual de dicha tecnología y la necesidad o no de su reemplazo, buscando relaciones óptimas de costo beneficio en el proceso de adquisición de nuevas tecnologías (Montenegro Calderón, 2014).

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, es una entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico, que trabaja para la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociadas al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria (INVIMA, 2020).

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Actividad humana desarrollada en equipos e instalaciones, cuando a consecuencia de alguna falla, han dejado de prestar la calidad de servicio prestada (García Palencia, 2006).

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Acción sistémica de revisar periódicamente (inspeccionar, controlar y reparar) antes de que se produzca la avería. También se puede decir que es reparar cuando la maquinaria o instalación productiva están aún en cuanto a seguridad, calidad y desgaste, dentro de los límites aceptables (García Palencia, 2006).

OBSOLESCENCIA: Es la condición o estado en que se encuentra un producto que ya ha cumplido con una vigencia o tiempo programado para que siga funcionando (UNAM, 2019).

REPOSICIÓN: Renovación de los equipos la cual debe realizarse con planes y programas concretos, evaluando su estado físico, funcional, frente a su seguridad, eficiencia y productividad y disponibilidad de recursos. Tiene como propósito evitar prestar un servicio con equipos obsoletos (Puerto Gómez, 2014).

TECNOLOGÍAS SANITARIAS: se define como “todos los recursos que se utilizan con el fin de satisfacer las necesidades sanitarias individuales o colectivas de las personas sanas o enfermas, tales como los medicamentos, los equipos, dispositivos y procedimientos médicos, los modelos organizativos y los sistemas de apoyo empleados” (OMS 2006).

RESUMEN

Actualmente, organismos nacionales e internacionales buscan fomentar el desarrollo de la evaluación de tecnología biomédica para así mejorar la calidad de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y los resultados en los distintos niveles de los sistemas de salud. Las metodologías de evaluación existentes se encuentran enfocadas en la cuatificación de variables técnicas, clínicas y económicas y normalmente, estos modelos arrojan resultados que indican si el equipo debe ser reemplazado inmediatamente o si debe ser evaluado nuevamente en un año o en tres años.

En este trabajo se presenta un análisis de la evaluación de obsolescencia de los equipos biomédicos con clasificación de riesgo IIB de las áreas de cirugía, ayudas diagnósticas y radiología de la clínica Cardio VID. Para la evaluación se utilizó el software Keeper, el cual analiza tres criterios: técnico, clínico y económico, y establece los porcentajes de las variables como el 45%, el 30% y el 25% respectivamente y realiza una estratificación de los resultados para ubicar los equipos en alguno de los siguientes grupos: equipos en buen estado, en estado aceptable y en mal estado, para la evaluación de los tres criterios anteriormente mencionados tuvieron que ser analizados un total de 22 parámetros. Se obtuvo como resultado que, de 55 equipos evaluados, el 18% están en buen estado, el 49% en estado aceptable y el 33% en mal estado. Al analizar los índices de los equipos cuyo resultado fue 'Estado aceptable' se observa que la mayoría de los parámetros no son mitigables por lo cual los resultados serán poco variables en la evaluación que se realice dentro de un año, sin embargo, modificaciones en el parámetro de intensidad de uso y la obtención de los manuales de usuario y de servicio, son recomendadas para mejorar los indicadores de obsolescencia y mejor la calidad del servicio.

Esta evaluación sirve como precedente para que sea ejecutada para todos los equipos de la institución, dado que sus resultados son de gran utilidad para priorizar en próximas inversiones que se tengan estipuladas para la adquisición de nuevos equipos biomédicos.

Palabras clave: Equipos biomédicos, Evaluación de equipos biomédicos, Obsolescencia, Nivel de riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología biomédica en los servicios de salud tiene una incidencia evidente en los procesos de diagnóstico, rehabilitación y tratamiento de enfermedades, por esto, para las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), es indispensable conocer el estado funcional y físico de sus equipos, puesto que, si no se encuentran en el estado idóneo, no podrán satisfacer las necesidades clínicas para las que fueron adquiridos y constituirían un gasto infructuoso y un riesgo para el paciente. Para poder conocer el estado de los equipos se ejecuta una evaluación de la tecnología.

Las metodologías de evaluación de tecnología biomédica son herramientas que orientan la toma objetiva de decisiones para el reemplazo y posterior adquisición de nueva tecnología, para garantizar así la continuidad en el servicio, la seguridad del paciente y del usuario de los dispositivos (OMS, 2012). Las metodologías existentes se encuentran enfocadas en la cuatificación de variables técnicas, clínicas y económicas. Normalmente, estos modelos arrojan resultados que indican si el equipo debe ser reemplazado inmediatamente o si debe ser evaluado nuevamente en un año o en tres años.

La OMS reconoce que las tecnologías sanitarias son fundamentales en un sistema de salud operativo, y que los dispositivos médicos, en concreto, son cruciales para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de enfermedades. Por lo que la evaluación de tecnologías sanitarias (ETS) es hoy una herramienta importante para el mantenimiento de las funciones básicas de un sistema sanitario mundial eficaz. La ETS hace parte de uno de los objetivos estratégicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el cual es “asegurar la mejora del acceso, la calidad y el uso de productos médicos y tecnologías sanitarias”, a su vez. La OMS publicó en 2012 una serie de documentos técnicos sobre “Evaluación de tecnologías sanitarias aplicadas a los dispositivos médicos” los cuales tienen por objeto facilitar el acceso a dispositivos médicos adecuados, perfeccionar su uso y mejorar su calidad, en beneficio del sistema de salud y de la calidad de vida. (OMS, 2012).

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social publicó una “Guía pedagógica para modelos de gestión de equipamiento biomédico en IPS”, la cual es una herramienta que permite mejorar los procesos de adquisición, valoración y evaluación de tecnología biomédica (Otálvaro Cifuentes, 2007), si bien esta guía no es de obligatorio cumplimiento, esta herramienta ayuda a garantizar un correcto funcionamiento de la tecnología con altos niveles de calidad; además estos procesos son fundamentales dentro de las IPS para cumplir con los estándares de habilitación dispuestos por el Ministerio de Salud en la resolución 3100 de 2019 (Ministerio de salud y protección social, 2019) e incrementar el nivel de calidad en el servicio.

Aunque por supuesto, la obsolescencia es inevitable hasta cierto punto, especialmente porque la tecnología cambia constantemente y se adapta a las expectativas de los consumidores y las innovaciones médicas, es posible tanto alargar la vida útil de la tecnología como mejorar su uso, encontrando las falencias que presenta el equipo, ya sea de tipo técnico, clínico y/o económico, teniendo en cuenta la relación costo-beneficio. Esto es aplicable a los equipos cuyo resultado de la evaluación indiquen que deben ser evaluados nuevamente en un año, dado que se encontraría en un estado aceptable en donde se deben corregir esas falencias.

El centro cardiovascular colombiano clínica Santa María (Clínica Cardio VID) es una IPS con más de 50 años de experiencia y se especializa en el diagnóstico y tratamiento integral de enfermedades cardiovasculares, neurovasculares y pulmonares en adultos y niños. La clínica no contaba con una metodología de evaluación de equipos biomédicos, por lo cual este proceso no se realizaba, pero debido a la adquisición del softwar ‘Keeper’ que permite dicha evaluación, se desea implementar y así, facilitar al personal la toma de decisiones respecto a la viabilidad de permanencia de la tecnología con métodos estandarizados, documentados y validados.

La finalidad de este proyecto es plantear estrategias para mitigar la obsolescencia de equipos biomédicos en la clínica Cardio VID dependiendo del resultado de una evaluación del estado actual de la tecnología que se implementará previamente a 55 equipos pertenecientes a las áreas de cirugía, rayos x y ayudas diagnósticas. Esta última está

conformada a su vez por ecocardiografía adulta, ecocardiografía pediátrica, laboratorio vascular y neumología. La evaluación se realizará a equipos de estas áreas ya que, al ser de alta complejidad, normalmente la prestación del servicio y la seguridad de la atención se ve limitada al funcionamiento de esos equipos. La evaluación de obsolescencia se estratifica en tres estados, “Reemplazo inmediato”, el cual es un indicador de que el equipo se encuentra en mal estado; “Volver a evaluar en un año”, el cual es un indicador de que el equipo se encuentra en un estado aceptable; y “Volver a evaluar en tres años”, el cual es un indicador de que el equipo se encuentra en buen estado. Así, aquellos equipos cuyo resultado en la evaluación sea ‘Volver a evaluar en un año’ serán a los que se les planteen estrategias de mitigación de obsolescencia.

Este informe consta inicialmente de un marco teórico en el que se fundamenta la ejecución del proyecto; posteriormente se presenta la metodología, la cual consiste en el conjunto de procesos que se siguieron para obtener los resultados del proyecto; después son presentados los resultados específicos para cada variable evaluada y los resultados en general de la evaluación, para finalmente presentar una serie de conclusiones y recomendaciones a la clínica Cardio VID.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Optimizar los índices de obsolescencia de la tecnología biomédica de la clínica Cardio VID por medio del planteamiento de estrategias que mejoren el uso durante la vida útil de los equipos biomédicos con clasificación de riesgo IIB de las áreas de cirugía, ayudas diagnósticas y radiología de la clínica Cardio VID.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar la información relacionada con el histórico de los equipos biomédicos y realizar una referenciación sobre la obsolescencia en estos

- Determinar el estado de operatividad de los equipos biomédicos de interés a través de la identificación y evaluación de las variables establecidas por la institución para la evaluación de obsolescencia de la tecnología.
- Plantear estrategias para mitigar el índice de obsolescencia de la tecnología por medio de un análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los equipos biomédicos evaluados previamente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Dispositivos médicos

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), define éstos como:

“Cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, implante, reactivo para uso in vitro, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado en prevención, el diagnóstico o el tratamiento de una enfermedad o condición, o para detectar, medir, restaurar, corregir o modificar la estructura o función del cuerpo con fines de salud”, y precisa que “el propósito de un dispositivo médico no se logra por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos.”

2.1.1 Clasificación de los dispositivos médicos

Según su riesgo: El Ministerio de la Protección Social en su decreto 4725 de 2005 (Ministerio de la protección social, 2005), establece que dicha clasificación debe ser realizada por el fabricante y se establece en relación con los potenciales riesgos asociados con su uso, además del posible fracaso en criterios como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Se establecen así, las siguientes clases:

- **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.

2.2 Equipo biomédico

En el ABC de dispositivos médicos, el INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) define equipo biomédico como:

“Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso” (INVIMA, 2013).

2.2.1 Clasificación de los equipos biomédicos

Según su utilización: El Ministerio de Salud en su decreto 4725 de 2005 (Ministerio de la protección social, 2005), establece entre otros aspectos, que de acuerdo con la utilización de la tecnología biomédica se clasifica así:

- **Equipos de diagnóstico:** Lo conforman todos aquellos equipos que miden señales fisiológicas que se procesan en manifestaciones vitales para conocer el estado de salud de un paciente.
- **Equipos de tratamiento de enfermedades y mantenimiento de la vida:** Lo conforman aquellos equipos que miden, procesan y controlan las condiciones vitales que afectan la salud de un paciente. Igualmente pertenecen a esta categoría los equipos que son indispensables para la realización de los procedimientos o que son utilizados para ayudar a efectuarlos.
- **Equipos de prevención:** Lo conforman aquellos equipos que impiden que se originen condiciones ambientales peligrosas para la salud de los pacientes.

- **Equipos de rehabilitación:** Son aquellos equipos que se utilizan para devolver las facultades a un paciente que las haya perdido de forma no irreversible, o que por diversas anomalías no las haya podido desarrollar, siendo viable su recuperación.
- **Equipos de análisis de laboratorio:** Son aquellos equipos que se utilizan en procesos de laboratorio clínico; pertenecen a un subgrupo de los equipos de diagnóstico, pero fueron manejados por aparte en la citada resolución.

2.3 Obsolescencia de equipos biomédicos

Los Equipos médicos como bienes que han requerido una inversión inicial y que a su vez generan costos asociados a su funcionamiento, tienen un tiempo en el cual su funcionamiento está garantizado dentro de límites razonables de eficacia y seguridad, este tiempo se denomina “vida útil” y generalmente está expresada en años, y permite a todos los actores involucrados efectuar los planes estratégicos, para tener una idea de la “durabilidad” o “necesidad de reemplazo” de los equipos y por tanto el financiamiento a futuro (EsSalud, 2019).

Existen muchos factores que determinan el periodo de vida útil, entre los cuales están el nivel de utilización, las prácticas de mantenimiento, cambios tecnológicos, disponibilidad de partes de repuesto o el trato que se dispense por parte de los usuarios; sin embargo, también existen requerimientos que condicionan la adecuada operación del equipo, algunos de estos son (EsSalud, 2019):

- Mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo con lo indicado por el fabricante respetando lo indicado en el manual de servicio tanto en procedimientos como en intervalos de tiempo entre servicios.
- Abastecimiento de materiales, insumos y repuestos oportunamente, evitando las adaptaciones o reemplazos.
- Personal de servicio técnico debidamente capacitado y con los medios físicos necesarios para realizar labores de mantenimiento.
- El personal usuario debe estar capacitado en el uso del equipo específico, esta capacitación debe abarcar aspectos de uso, limpieza y conservación.

- Cumplimiento de las especificaciones de instalaciones eléctricas, sanitarias o de otra índole indicadas por el fabricante.
- Aplicación solamente a los usos indicados por el fabricante

2. 4 Metodología de evaluación de obsolescencia en el software Keeper

Para el diseño de la evaluación de equipos médicos, la empresa QSystems, creadora del software Keeper se basó en las recomendaciones del Ministerio de Salud y de la Protección Social (Ministerio de la protección social, 2004), considerando así el análisis de tres criterios: técnico, clínico y económico, y estableciendo los porcentajes de las variables como el 45%, el 30% y el 25% respectivamente.

- **Evaluación técnica:** Evalúa aspectos relacionados con el ámbito funcional del equipo, atendiendo además ciertos aspectos relacionados con la obsolescencia y la estandarización. Este campo contiene variables tan significativas que por sí solas pueden determinar que el equipo obtenga una evaluación no aprobatoria (QSystem, 2019).
- **Evaluación clínica:** Se basa en aspectos subjetivos por lo que su cuantificación se realiza mediante la aplicación de un cuestionario que pretende explorar desde el punto de vista del usuario el desempeño del equipo en su aplicación clínica, el cumplimiento respecto a las expectativas del área en la que se desempeña, y el grado de conocimiento del usuario sobre el funcionamiento del equipo. Las variables evaluadas son: utilidad, utilidad del equipo en comparación con su ausencia, confiabilidad y factores de riesgo asociados a su uso (QSystem, 2019).
- **Evaluación Económica:** Evalúa los aspectos relacionados con los costos implícitos en el uso del equipo por medio de los siguientes dos indicadores (QSystem, 2019):
 - Valor presente neto (VPN), es el índice que permite evaluar un proyecto y equivale a la sumatoria de los ingresos menos la sumatoria de los egresos puesto en pesos hoy. Este valor se puede comparar contra la inversión inicial o contra otro proyecto para definir viabilidad

- Costo anual uniforme equivalente (CAUE), el cual consiste en reducir todos los ingresos y todos los egresos a una serie uniforme equivalente de pagos, de esta forma los costos durante un año de una alternativa se comparan con los costos durante un año de la otra alternativa.

El software Keeper, realiza la ponderación de las variables según la siguiente ecuación (QSystem, 2019):

$$V=0,45T \times 0,30C \times 0,25E$$

- Resultado Malo: Si el puntaje del resultado es menor de 50, o la evaluación económica es menor de 30, o la evaluación clínica es menor de 40, o la evaluación técnica es menor de 40. Se recomienda reemplazo inmediato.
- Resultado Bueno: Si el resultado es mayor de 70, la evaluación económica es mayor de 50, la técnica mayor de 60 y la clínica mayor de 60. Se recomienda volver a evaluar el equipo en 2 años.
- Resultado Aceptable: En cualquier otro caso el equipo está en estado aceptable. Se recomienda volver a evaluar el equipo en 1 año.

3. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados, se efectuaron una serie de actividades descritas en las siguientes fases:

Fase 1: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

- Reconocimiento de los equipos biomédicos en la clínica Cardio VID a los que se les hará la evaluación.
- Recopilación de la información de los equipos biomédicos seleccionados, tales como, hojas de vida, registro histórico y registro técnico.

Fase 2: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

- Evaluación de obsolescencia.
- Análisis de los resultados de la evaluación
- Identificación de los equipos cuyo resultado es Aceptable y se recomienda volver a evaluar en 1 año.

Fase 3: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE OBSOLESCENCIA

- Reconocimiento de las variables con peor calificación durante la evaluación.
- Determinación de las estrategias/intervenciones que deberán hacerse a los equipos con el fin de mitigar la obsolescencia.

Revisión bibliográfica

3.1 Fase 1: Diagnóstico situacional

En esta etapa se realizó una caracterización de los equipos biomédicos de la clínica Cardio VID, para esto se tuvo en cuenta el inventario de equipos brindado por la institución que contiene información acerca de:

- Nombre del equipo
- Marca
- Modelo
- Clasificación de riesgo

- Serial
- Activo fijo
- Fecha de compra
- Fecha de inicio en el servicio
- Costo
- Tipo de adquisición
- Estado
- Registro INVIMA
- Servicio al que pertenece
- Ubicación física
- Frecuencia de mantenimiento
- Frecuencia de calibración
- Vida útil.

Posteriormente se determinaron los requerimientos de la institución para el proceso de evaluación de la tecnología, los cuales fueron validados con la jefe de ingeniería y de esta forma se seleccionaron los equipos susceptibles a la evaluación teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Servicio al que pertenecen
- Clasificación de riesgo
- Fecha de compra
- Costo.

Una vez realizados estos filtros se inició con la recopilación de toda la información necesaria según las variables establecidas por la clínica dado el software adquirido, esta documentación comprende datos tales como:

- **Evaluación técnica:**
 - **Intensidad de uso:** Es el número de horas que funciona el equipo en el área que pertenece en relación con el tiempo base.

- **Edad:** Este aspecto toma en cuenta la fecha actual menos la fecha en la que el equipo comenzó en el servicio.
 - **Número de mantenimientos/suministros al año:** En este aspecto se tiene en cuenta las recomendaciones del fabricante según la cantidad de mantenimiento a realizar en el año comparándolo con el número real de mantenimientos realizados al año en la institución.
 - **Tiempo fuera de servicio:** Indica el tiempo en el cual el activo no se encuentra disponible. Este índice está formado por el tiempo promedio gastado en reparaciones durante el último año (en horas) y el tiempo promedio desde el momento del daño hasta la atención de la falla durante el último año.
 - **Manuales de usuario y de servicio:** Este aspecto evalúa si se cumple con la tenencia de documentos técnicos que dan asistencia a sus usuarios y al personal de servicio.
 - **Seguridad:** El equipo es certificado por el INVIMA y hay conocimiento del tipo de riesgo que puede generar al paciente.
-
- **Evaluación clínica:** Dado que la recolección de esta información es por medio de encuestas al personal asistencial, se realizó el formato mostrado en la Tabla 1 Formato evaluación clínica., donde se especifica claramente cada una de las variables a evaluar.

Tabla 1 Formato evaluación clínica.

PROYECTO EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EVALUACIÓN CLÍNICA		
NOMBRE		
CARGO		
CENTRO DE COSTO		
EQUIPO A EVALUAR		
UTILIDAD		
¿Este equipo satisface las necesidades para las que fue adquirido? Responda: • Todas: Si satisface todas las necesidades • Casi todas: Si satisface casi todas las necesidades, las que no, son poco importantes • Pocas: Si satisface una que otra necesidad ocasional • Ninguna: Si no satisface ninguna de las necesidades	TODAS	
	CASI TODAS	
	POCAS	
	NINGUNA	
CONTRIBUCIÓN		
¿Qué contribución aporta este equipo a un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio? Responda: • Muy alta: El equipo siempre facilita un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio • Alta: El equipo casi siempre facilita un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio • Poca: El equipo ocasionalmente facilita un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio • Ninguna: El equipo nunca facilita un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio	MUY ALTA	
	ALTA	
	POCAS	
	NINGUNA	
CONFIABILIDAD		
¿Considera que el funcionamiento del equipo es confiable? Responda: • Extremadamente confiable: El equipo siempre realiza su función de la manera prevista sin incidentes • Bastante confiable: El equipo casi siempre realiza su función de la manera prevista sin incidentes • Poco confiable: El equipo casi nunca realiza su función de la manera prevista sin incidentes • Nada confiable: El equipo nunca realiza su función de la manera prevista sin incidentes	EXTREMADAMENTE CONFIABLE	
	BASTANTE CONFIABLE	
	POCO CONFIABLE	
	NADA CONFIABLE	
FACTORES DE RIESGO		
¿Considera que los factores de riesgo generan peligro para el paciente? Responda: • Alto peligro: puede ocasionar un evento adverso grave • Bajo peligro: aunque no es del todo peligroso podría causar daños o lesiones leves • Ningún peligro: Genera seguridad tanto para el paciente como para el operador	ALTO PELIGRO	
	BAJO PELIGRO	
	NINGUN PELIGRO	

▪ **Evaluación económica:** Para esta evaluación se deben de aplicar los siguientes ítems tanto al equipo evaluado como a un equipo sustituto para realizar la comparación respectiva. Dichos ítems establecen un tiempo de estimación de 1 año.

- **Valor presente neto:** Equivale a la sumatoria de los ingresos menos la sumatoria de los egresos, para definir este valor se tienen en cuenta su vez parámetros sobre:
 - Vida útil
 - Costo actual del equipo en el mercado
 - Costo anual de operación
 - Costo anual de mantenimiento
 - Costo de suministros y reparaciones eventuales en un año

- Valor de salvamento
- Tasa mínima atractiva de retorno.
- **Costo anual uniforme equivalente:** Consiste en reducir todos los ingresos y todos los egresos a una serie uniforme equivalente de pagos, de esta forma los costos durante un año de una alternativa se comparan con los costos durante un año de la otra alternativa.

3.2 Fase 2: Resultados de la evaluación

Esta etapa se refiere al análisis y presentación de los resultados obtenidos tras la aplicación de la evaluación de tecnología biomédica en las áreas de cirugía, ayudas diagnósticas y rayos x y la identificación de los equipos cuya evaluación dio como resultado “Aceptable”.

3.3 Fase 3: Estrategias de mitigación de obsolescencia

Durante esta fase se identificarán las variables críticas del resultado de la evaluación de los equipos biomédicos, para así priorizar las necesidades de intervención de los equipos, y plantear de acuerdo con esto las estrategias que permitan alargar la vida útil de los dispositivos.

4. RESULTADOS

4.1 Selección de equipos biomédicos susceptibles a la evaluación

Los equipos biomédicos fueron seleccionados según las necesidades establecidas previamente por la clínica de la siguiente manera:

- 1. Por servicio:** Se seleccionaron las áreas de alta complejidad en la clínica, dado que, normalmente la prestación del servicio y la seguridad de la atención se ve limitada al funcionamiento de esos equipos. Así, se tuvieron en cuenta únicamente los equipos pertenecientes a cirugía, rayos x, y ayudas diagnósticas, esta última se conforma a su vez por ecocardiografía adultos, ecocardiografía pediátrica, neumología y laboratorio vascular.
- 2. Por riesgo:** Se consideraron los equipos con un nivel de riesgo alto, esto es equivalente a una clasificación de riesgo INVIMA IIB.
- 3. Por fecha de compra:** Se establecieron los equipos con una fecha de compra o arranque anterior o igual al 2015, debido a que a partir de esta fecha se consideran equipos antiguos susceptibles a una evaluación de su estado actual.
- 4. Por costo:** Se seleccionaron los equipos con un costo de adquisición y/o un costo de mantenimiento alto. Dado que, en la base de datos la mayoría de estas casillas estaban en blanco, se contó con la asesoría de la jefe de Ingeniería y Mantenimiento, así, en este ítem se excluyeron equipos que no representan un gasto para la clínica y los cuales son reemplazados con facilidad, por lo cual no sería necesario una evaluación. Algunos de los equipos que no entran en esta evaluación son nebulizadores, vaporizadores, mezcladores de gases, reguladores de vacío y monitores de saturación y presión no invasiva.

Una vez realizados los filtros mencionados anteriormente, se obtuvo una lista de 75 equipos, la cual es presentada en el Anexo A, en ella se encuentra información de los equipos relacionados a la marca, el modelo, serial, código y servicio al que pertenecen.

En la Figura 1, se presentan los equipos biomédicos y las cantidades existentes, sin discriminar por servicio al que pertenecen.

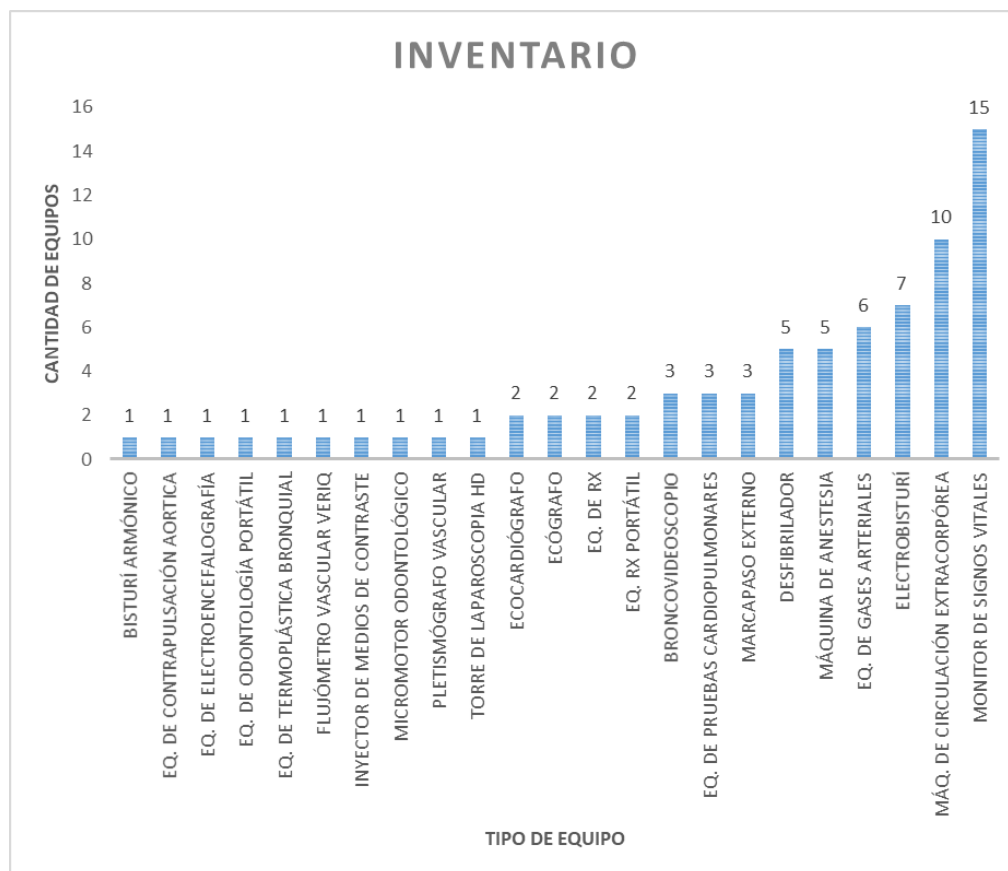


Figura 1 Inventario de equipos

Como se puede observar en la gráfica, la mayor cantidad (15) de un mismo tipo de equipo corresponde a monitores de signos vitales, estos equipos permiten la monitorización de parámetros fisiológicos tales como electrocardiograma (ECG), frecuencia respiratoria, presión arterial no invasiva (PANI), saturación de oxígeno (SpO2), temperatura, y en algunos casos, dióxido de carbono (CO2) y presión invasiva (PNI), por lo que son de vital importancia en un ambiente hospitalario, dado que mantienen al tanto al personal asistencial de cualquier

cambio fisiológico. Otro gran grupo de equipos (10) corresponde a las máquinas de circulación extracorpórea, utilizadas en cirugías para detener el corazón sin interrumpir la circulación sanguínea, y a equipos de oxigenación por membrana extracorpórea ECMO (por sus siglas en inglés), que es una técnica para proporcionar soporte cardíaco y pulmonar a pacientes en los que estos órganos no desarrollan su función normal, esta terapia está siendo utilizada en la clínica Cardio VID como uno de los últimos recursos para tratar pacientes Covid-19 o pacientes post Covid-19.

La información obtenida inicialmente fue verificada, el primer parámetro a comprobar fue la clasificación de riesgo INVIMA, se encontró que, de los 75 equipos sólo 38 tenía asociado el número de registro sanitario, por lo cual se procedió a examinar la documentación tanto física como digital con la que contaba la clínica, esta búsqueda dio como resultado que 2 equipos estaban asociados a un registro sanitario incorrecto y que de los demás no se tenía documentación, por lo tanto, se consultó el dato en la página web del INVIMA y se contactó a los proveedores para que enviaran dicho documento.

Una vez obtenidos todos los documentos se verificó el riesgo de cada equipo, obteniendo que, de los 75 equipos resultantes después de filtrar la base de datos, 61 realmente son IIB mientras que los 14 restantes son IIA, tal como se observa en la Figura 2

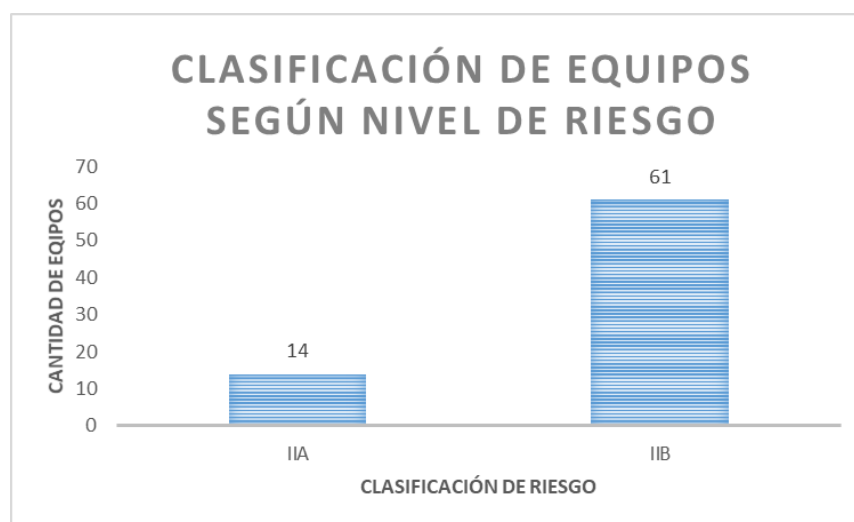


Figura 2 Clasificación de equipos según nivel de riesgo

Los 14 equipos con riesgo IIA se excluyen de la evaluación pues no cumplen con los parámetros iniciales establecidos por la institución.

4.2 Resultados evaluación técnica

En este apartado se muestran los principales resultados relacionados con el ámbito funcional del equipo y el resultado de las variables más significativas para esta evaluación.

4.2.1 Edad

En la Figura 3, se presentan los resultados relacionados con la edad de los equipos, esta fue otra de las validaciones que se hicieron, la cual consistió en la verificación de la información de la fecha de compra de los equipos, o en su defecto, de la fecha de arranque para equipos que ingresaron a la clínica en modalidad de préstamo o comodato. En muchos casos, se presentaban datos claramente erróneos como fechas del año 1800, cuando la clínica aún no había sido fundada y en algunos otros casos se encontraba la casilla vacía, así que se procedió a verificar el historial del equipo para así poder establecer una fecha aproximada de arranque. Primero se indagó la fecha de la orden más antigua de mantenimiento preventivo y posteriormente se verificó en la programación de mantenimientos si el mantenimiento preventivo se realiza cada 6 o 12 meses, así a la fecha de la orden más antigua de mantenimiento preventivo se restó 6 o 12 meses según fuera el caso.

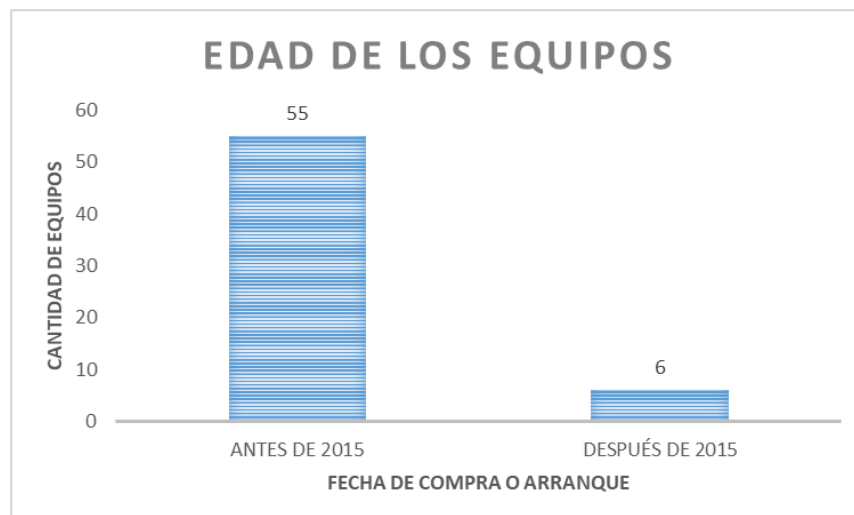


Figura 3 Antigüedad de los equipos

De los 61 equipos resultantes después de verificada la información sobre la clasificación de riesgo, se encontró que 6 equipos realmente habían sido adquiridos después del 2015, por lo que no cumplen con los parámetros definidos inicialmente, por lo tanto, no se les realizará la evaluación. Así, la evaluación no se realizó a los 75 quipos planteados inicialmente, sino a 55 equipos.

4.2.2 Intensidad de uso

En la Figura 4 se presenta las horas de uso del equipo en un día normal, esta información se obtuvo preguntado mediante una encuesta al personal asistencial encargado de la operación de cada equipo.

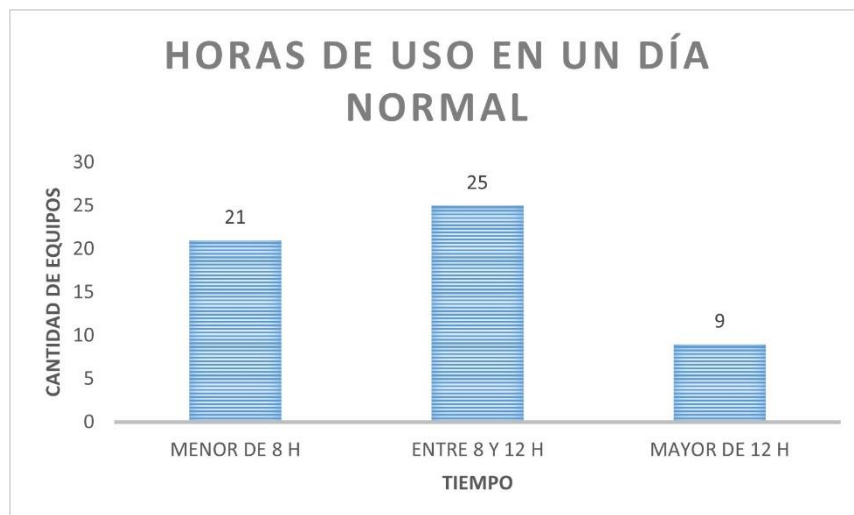


Figura 4 Horas de uso de la tecnología biomédica en un día normal

Esta encuesta arrojó que el 38,2% (21) de los equipos son utilizados al día en un tiempo menor de 8 horas, dentro de este grupo se encuentran los desfibriladores, los cuales son utilizados ocasionalmente y su uso diario consiste en el chequeo básico que se debe realizar dos veces por día. El 45,6% (25) de los equipos se utiliza en un rango entre 8 y 12 horas diarias, dentro de este grupo se encuentran equipos de cirugía como la máquina de circulación extracorpórea y la máquina de anestesia, adicional también se encuentran equipos de terapia como el balón de contrapulsación aortica. El 16,2% (9) restante corresponde a equipos de diagnóstico como los monitores de signos vitales y los RX portátil.

Adicionalmente se establecía evaluar la variable del tiempo base, la cual se relaciona directamente con las horas de uso para calcular la intensidad de uso. Este tiempo base está indicado por los creadores del software como el tiempo máximo de uso permitido para cada equipo en un día según especificaciones del fabricante, sin embargo, en la documentación anexada a los equipos, tal como hoja de vida y manuales de servicio y operación no se establece este tiempo, por lo cual en conjunto con el personal de la clínica se decide fijar este tiempo en 24 horas para todos los equipos, dado que en caso de requerirse, los equipos deben de estar disponibles y poder trabajar de manera continua 24 horas o más sin presentar fallas. Algunos casos notorios son monitores de signos vitales y equipos de ECMO, que deben funcionar continuamente por semanas e incluso meses.

4.2.3 Número de mantenimientos/suministros al año

Otro de los parámetros a evaluar era el número de mantenimientos recomendados por el fabricante en un año y el número de mantenimientos reales realizados al año, en esta etapa se encontró que todos los equipos cumplían y habían recibido igual número de mantenimientos a los recomendados por el fabricante, también se evidencia en la evaluación que, de ejecutar un número de mantenimientos mayor a los recomendados, la evaluación se califica de igual manera con la mayor puntuación.

4.2.4 Tiempo fuera de servicio

Otro de los criterios tenidos en cuenta durante la evaluación técnica fue el tiempo fuera de servicio o el tiempo en el cual el activo no estuvo disponible, contabilizándose en horas durante el último año. En la Figura 5 se presentan los resultados correspondientes.

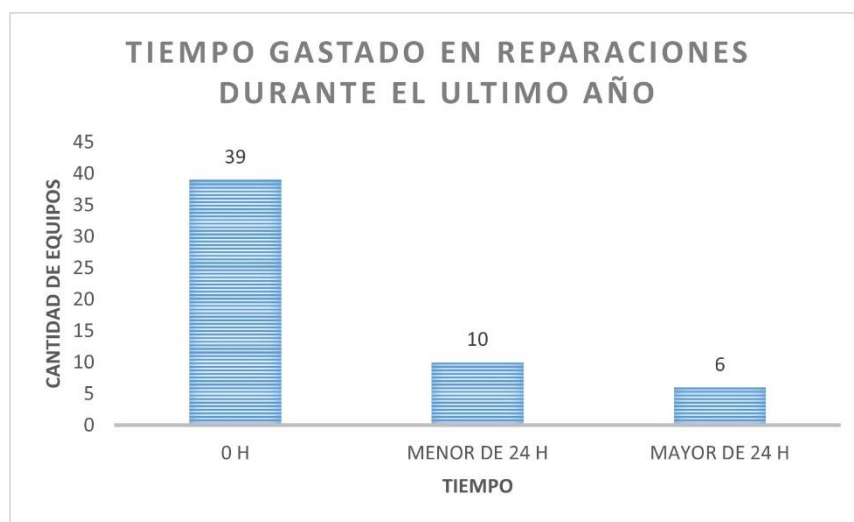


Figura 5 Tiempo gastado en reparaciones durante el último año

Se obtuvo que el 70,9% (39) de los equipos no estuvieron fuera de servicio en ningún momento, mientras que el 18,2% (10) estuvieron fuera de servicio durante menos de un día

y el 10,9% (6) restante estuvo fuera de servicio en un promedio de 565,1 horas debido a que se necesitaba algún repuesto. Este último grupo está conformado por un desfibrilador, una máquina de circulación extracorpórea, dos electrobisturí y dos monitores de signos vitales. La información correspondiente a tiempos específicos por cada equipo y a los repuestos solicitados se especifica en la Tabla 2.

Tabla 2 Equipos fuera de servicio un tiempo mayor de 24 horas

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
NOMBRE	SERIAL	CODIGO	PROVEEDOR DE MANTENIMIENTO	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	REPUESTO
ELECTROBISTURÍ	F5I44991T	BMEL-ELEC012	MEDTRONIC	1374,03 h	CABLE MONOPOLAR
MONITOR DE SIGNOS VITALES	107806	BMMO-MONIT145	INGENIERÍA	915,5 h	CARCASA
ELECTROBISTURÍ	F6F47949A	BMEL-ELEC014	MEDTRONIC	676,5 h	CABLE MONOPOLAR
MONITOR DE SIGNOS VITALES	883	BMMO-MONIT65	INGENIERIA	347,92 h	CARCASA
BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	560B102040	BMBO-BOMPE26	MEDTRONIC	48,8 h	SENSOR DE BURBUJA
DESFIBRILADOR	00026	BMDF-DESFI3	INGENIERÍA	27,86 h	BATERÍA

4.2.5 Manual de usuario y de servicio

En la Figura 6 se muestran los resultados de la variable relacionada a los equipos que cuentan con manual de usuario y de servicio.

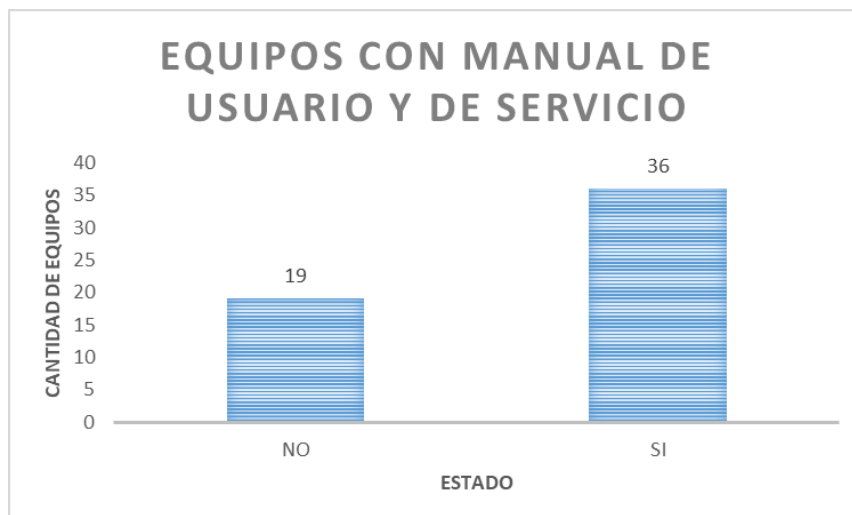


Figura 6 Equipos con manual de usuario y de servicio

De esta evaluación, podemos apreciar que el 65,5% (36) de los equipos tienen un apoyo de servicio en caso de requerirse, lo que da mayor confiabilidad en su uso; además que el decreto 4725 de 2005 exige que el fabricante o el representante en Colombia suministre al usuario los manuales de operación, instalación y mantenimiento en el idioma de origen y en castellano, mientras el 34,5% (19) no cuentan con los manuales de usuario y de servicio.

4.2.6 Seguridad

En la Figura 7, se muestran los resultados acerca del parámetro de seguridad, es decir, la cantidad de equipos que cuentan con el registro INVIMA y se tiene un conocimiento del tipo de riesgo que puede generar al paciente. Durante esta etapa se validó para aquellos equipos cuyo INVIMA no fue encontrado si se requería este documento, dado que por el decreto 4957 de 27 de diciembre de 2007, se requiere el registro sanitario para los equipos que fueron adquiridos a partir del primero de enero del 2009. Se puede observar, que 6 de estos equipos fueron adquiridos antes del 2009 y no era necesario contar con el registro INVIMA.



Figura 7 Requerimiento registro INVIMA

Se puede observar que, 6 de estos equipos fueron adquiridos antes del 2009 y no era necesario contar con el registro INVIMA. Adicional, esta evaluación arroja que los equipos susceptibles a esta evaluación quedaron cumpliendo con la documentación respectiva al registro sanitario.

En la Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12 se muestran las puntuaciones obtenidas para la evaluación técnica por tipos de equipos.

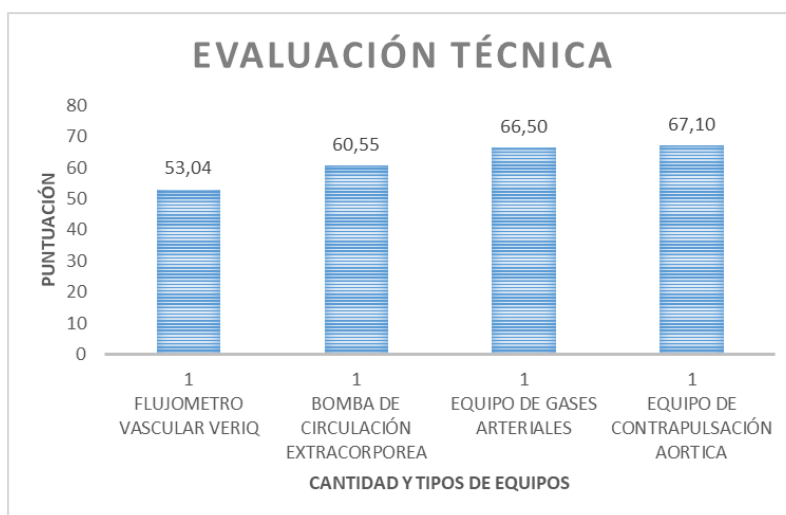


Figura 8 Puntuación evaluación técnica para diferentes equipos

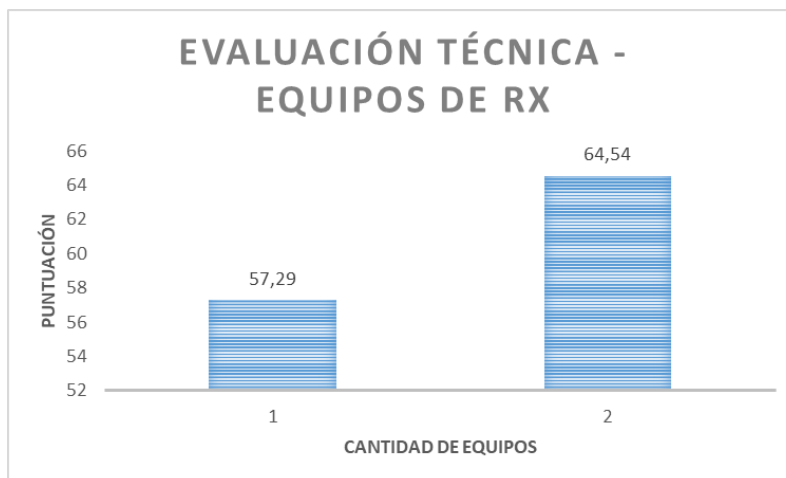


Figura 9 Puntuación evaluación técnica para equipos de Rx

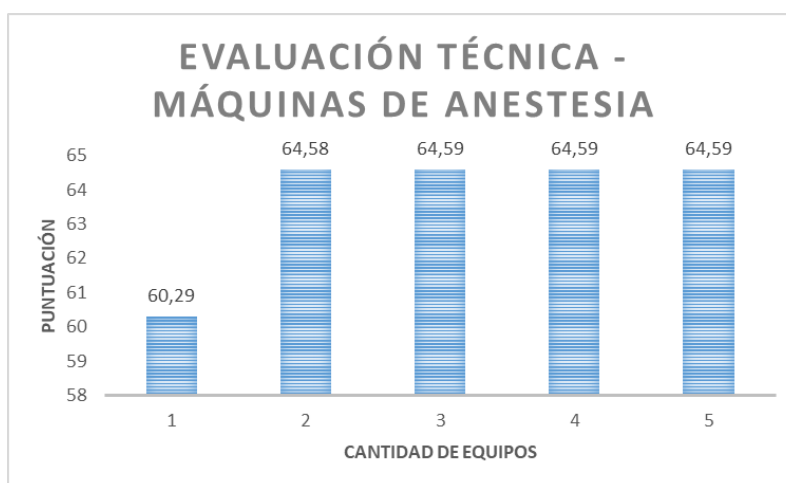


Figura 10 Puntuación evaluación técnica para máquinas de anestesia

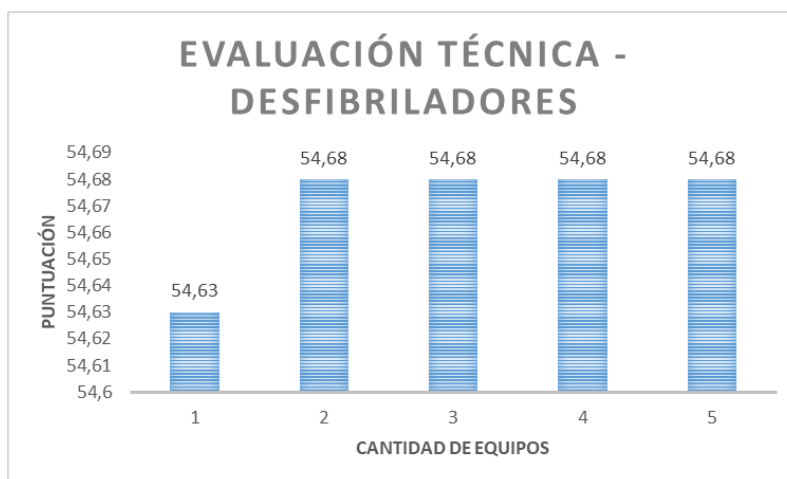


Figura 11 Puntuación evaluación técnica para desfibriladores

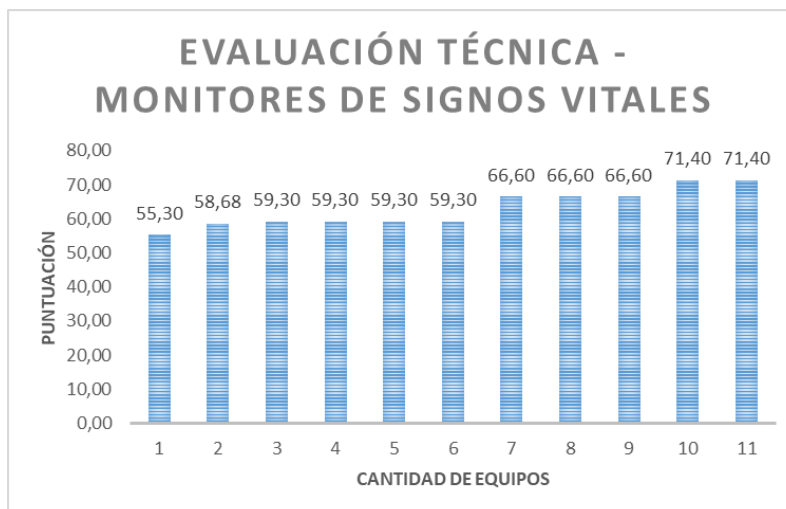


Figura 12 Puntuación evaluación técnica para monitores de signos vitales

En síntesis, con la evaluación técnica se logró la actualización de información relacionada a la edad de los equipos, adicionalmente se obtuvieron los registros sanitarios faltantes y se establecieron datos que anteriormente no registraba la clínica como las horas de uso y el tiempo base.

Esta evaluación deja como recomendación principal para la clínica el adecuado ingreso de la información a la base de datos y la solicitud de todos los documentos necesarios a los proveedores cuando se adquiere un equipo.

4.3 Resultados evaluación clínica

Para esta evaluación, se realizaron encuestas a los usuarios respecto a su punto de vista sobre la utilidad, contribución, confiabilidad y factores de riesgo asociados al uso de los equipos. Estas variables son cuantificadas por el software para dar una puntuación. La encuesta se realizó al personal que opera el equipo, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Profesionales quienes diligenciaron las encuestas

TIPO DE EQUIPO	PROFESIONAL
Desfibriladores	Enfermeras
Electrobisturíes	Cirujanos
Equipos de circulación extracorpórea	Perfusionistas
Equipos de contrapulsación aortica	Cardiólogos
Equipo de electroencefalografía	Neurofisiólogo
Equipos de gases arteriales	Enfermeras
Equipos de rayos x	Tecnólogos de radiología
Flujómetro Vascular	Enfermeras
Inyector de medios de contraste	Tecnólogos de radiología
Máquinas de anestesia	Anestesiólogos
Marcapasos externos	Cardiólogos
Monitores de signos vitales	Enfermeras

En las Figura 13 (utilidad), Figura 14 (contribución), Figura 15 (confiabilidad) y Figura 16 (factores de riesgo) se presentan las respuestas acerca de la percepción del personal asistencial con relación a los equipos que usan en su cotidianidad.

**Figura 13 Percepción del personal sobre la utilidad de los equipos**

Con respecto a la utilidad de los equipos evaluados, el personal asistencial tiene una percepción positiva, y consideran que 47 equipos cumplen con todas las necesidades para las que fue adquirido el equipo médico, mientras los 8 equipos restantes satisfacen casi todas las necesidades, y las que no, son poco importantes.



Figura 14 Percepción del personal sobre la contribución de los equipos

El punto de vista de los usuarios con respecto a la contribución de los equipos evaluados es que 32 equipos siempre facilitan un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio, y los 23 restantes casi siempre facilitan un mejor diagnóstico o tratamiento en el servicio.

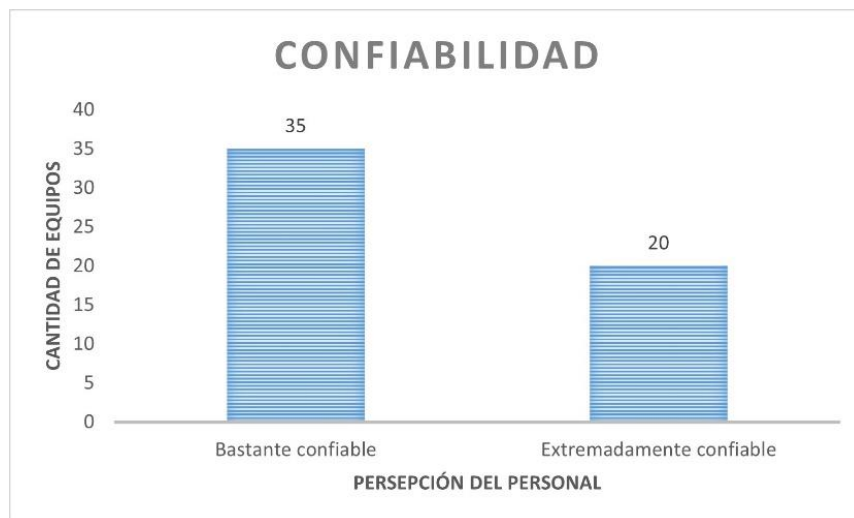


Figura 15 Percepción del personal sobre la confiabilidad de los equipos

La calificación dada por los usuarios respecto a la confiabilidad de los equipos es que 35 son bastante confiables, realizando casi siempre su función de la manera prevista sin incidentes y 20 de estos son extremadamente confiables, realizando su función de la manera prevista sin incidentes.



Figura 16 Percepción del personal sobre los factores de riesgo de los equipos

El personal asistencial considera que 23 equipos generan seguridad tanto para el paciente como para el operador, 17 equipos, aunque no son del todo peligrosos podría causar daños o lesiones leves y los 15 equipos restantes pueden ocasionar un evento adverso grave. Este último grupo está conformado por equipos de circulación extracorpórea, máquinas de anestesia y marcapasos externos.

En resumen, se observa una buena apreciación del personal asistencial sobre los equipos, esto se puede deber al alto nivel de familiaridad que poseen con estos y también a que son marcas con las que llevan interactuando varios años.

4.4 Resultados evaluación económica

A continuación, se presentan los principales resultados de las variables más significativas para esta evaluación.

4.4.1 Vida útil

En la Figura 17, se observan los resultados de los equipos que aún tienen vida útil. Para obtener estos resultados, primero se verificó la edad de cada equipo y se comparó con la vida útil, este dato fue obtenido por medio de las hojas de vida presentadas por los fabricantes o comercializadores de los equipos y que estaban adjuntos en la información anexa en el software AM (Anterior software de gestión de mantenimiento utilizado en la clínica), en los casos en los que no se contaba con esta hoja de vida, se verificó en el INVIMA si había dato sobre la vida útil, o en su defecto, se procedió a hacer una analogía con aquellos que sí se tenía datos, para esta analogía se tuvo en cuenta que tuvieran destinados el mismo uso, y que contaran con los mismos sistemas y subsistemas. Existieron casos en los que no se pudo recurrir a ninguno de los métodos planteados, por lo que se obtuvo el tiempo de vida útil estimada según los valores de ECRI.

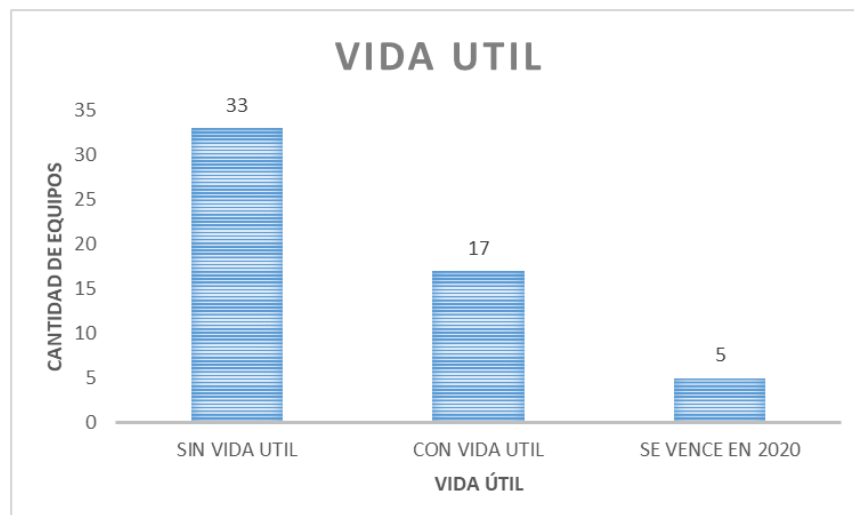


Figura 17 Vida útil de los equipos

Esta comparación arrojó que el 60% de los equipos ya cumplieron la vida útil esperada de acuerdo con el fabricante y aún siguen prestando su servicio a la clínica, por otro lado, el 30.9% aún tienen vida útil, mientras que el 9.09% de los equipos están en su último año de vida útil.

Este parámetro es de los más importantes para el análisis de factibilidad económica, dado que, estima la duración en que la tecnología puede tener un correcto cumplimiento para la función para la cual ha sido creado, en esta instancia, es importante dar una mayor atención a los grupos cuya vida útil ya culminó y a los que están próximo a vencerse si se desea que ésta siga en funcionamiento.

4.4.2 Costo actual del equipo en el mercado

Para la evaluación económica también se solicitaba el costo actual del equipo evaluado y de un equipo sustituto, para el primer caso, el software toma el costo en que se adquirió el equipo y hace una depreciación de dicho valor hasta el año actual, en los casos en los que los equipos no tenían anexada dicha información, se procedió a revisar las carpetas de recepción tecnológica con el fin de encontrar la factura de compra, sin embargo, para algunos equipos, tampoco se tenía esta información, por lo que con el personal de ingeniería

se acordó hacer analogías con tecnologías similares adquiridas en años cercanos, en la Tabla 4 Equipos con analogías para el costo actual se presentan los equipos evaluados y aquellos con los cuales se hicieron analogías. Para el segundo caso, se dispuso a establecer marcas y modelos que igualaran o tuvieran mejores características que el equipo evaluado, considerando las disposiciones dadas por la norma, es decir, por ejemplo, en el caso de los monitores de signos vitales pertenecientes al servicio de cirugía, la resolución 3100 de 2019 (Ministerio de salud y protección social, 2019), establece que cuente mínimo con trazado electrocardiográfico, presión no invasiva, saturación de oxígeno, capnografía y temperatura, así que se evaluó como equipo sustituto un monitor marca Mindray, modelo iMEC 12 que adicional a los parámetros establecidos por la norma cuenta con presión invasiva y gasto cardíaco. Una vez determinados las marcas y modelos del equipo sustituto, se procedió a contactar con los proveedores para tener el costo actual del equipo.

Tabla 4 Equipos con analogías para el costo actual

NOMBRE	EQUIPO EVALUADO		EQUIPO ANALOGO	
	MARCA	MODELO	MARCA	MODELO
EQUIPO DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	MEDTRONIC	550	MEDTRONIC	560
ELECTROBISTURÍ	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX-C	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX
EQUIPO DE GASES ARTERIALES	SORIN STOCKERT	DATAMASTER	MEDTRONIC	BIO TREND

4.4.3 Costo anual de operación y costo anual de mantenimiento

Para conocer el costo anual de mantenimiento de los equipos evaluados, se verificó inicialmente si el mantenimiento era realizado por el personal de ingeniería de la clínica o si era realizado por un externo, encontrando que los mantenimientos de 30 equipos son ejecutados por la clínica, 23 por externos y 2 equipos no requieren mantenimiento según recomendación del fabricante (Bisturí armónico con código BMEL-ELEC019 y flujómetro vascular Veriq con código BMVR-VERIQ01). Para el primer grupo, se estableció el tiempo promedio de duración del mantenimiento y este fue multiplicado por la cantidad de veces que se realiza anualmente, adicionalmente se indagó el valor de la hora de los tecnólogos

para así poder establecer el costo anual del mantenimiento. Para el segundo grupo, este dato se extrajo de los contratos de mantenimiento con los proveedores, sin embargo, no fue posible acceder a los contratos de los equipos especificados en la Tabla 5, por lo tanto, se tomaron los valores de contratos con el mismo proveedor para equipos con características similares.

Tabla 5 Equipos a los que no se tuvo acceso a su contrato

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
NOMBRE	PROVEEDOR	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
EQUIPO DE GASES ARTERIALES	MEDTRONIC	MEDTRONIC	BIO TREND	M5250	BMBI-BIOTR01
EQUIPO DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	MEDTRONIC	MEDTRONIC	CENTURY	CCB40119	BMBO-BOMPE24
EQUIPO DE RAYOS X	SUMINISTROS RADIOGRAFICOS	CARESTREAM	QGV-50-3-R10-T600	920	BMRX-EQUIRX4
INYECTOR DE MEDIO DE CONTRASTE	TECNICA ELECTROMEDICA	MEDRAD	STELLANT	70229	BMIN-INYECT6

4.4.4 Costo de suministros y reparaciones eventuales en un año

Otro parámetro a suministrar para esta evaluación era el costo de suministros y reparaciones eventuales en un año que estuvieran excluidos de los contratos de mantenimiento, para la recopilación de esta información fue fundamental el uso de un formato en Excel manejado por el departamento de ingeniería de la clínica, donde se establecen las solicitudes de repuestos de todos los equipos y está incluido el costo de los mismos, así se procedió a filtrar por el último año y a buscar equipo por equipo si tenían solicitudes asociadas. De esta búsqueda se obtuvo como resultado que 38 equipos no requirieron ningún tipo de repuesto, mientras que 10 de ellos tenían solicitudes por repuestos inferiores a \$1.000.000, los cuales sumaban un total de \$4.255.049, los 6 equipos restantes sumaban entre ellos un total de \$18.665.065. En la Tabla 6 se desglosan los costos de los repuestos asociados a los equipos.

Tabla 6 Equipos que requirieron repuestos y costos asociados.

COSTOS DE REPUESTOS		
NOMBRE	CODIGO	COSTO
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT138	\$ 166.600
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT63	\$ 173.740
EQUIPO DE ELECTROENCEFALOGRAFIA	BMEQ-EQENCE2	\$ 277.270
ELECTROBISTURI	BMEL-ELEC012	\$ 387.200
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT137	\$ 428.400
ELECTROBISTURI	BMEL-ELEC014	\$ 460.768
EQUIPO DE GASES ARTERIALES	BMGA-EQUGAS009	\$ 480.000
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT72	\$ 497.896
MAQUINA DE ANESTESIA	BMMA-MAQAN016	\$ 601.426
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT71	\$ 782.109
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT145	\$ 1.133.485
MAQUINA DE ANESTESIA	BMMA-MAQAN015	\$ 1.773.149
MAQUINA DE ANESTESIA	BMMA-MAQAN011	\$ 3.569.000
MONITOR DE SIGNOS VITALES	BMMO-MONIT65	\$ 3.749.331
BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	BMBO-BOMPE24	\$ 4.178.000
BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	BMBO-BOMPE26	\$ 4.272.100

4.4.5 Valor de salvamento

Adicionalmente, para esta evaluación se requería un valor de salvamento, correspondiente al valor del activo al final de su vida útil, si bien este parámetro es dado por el proveedor, se estableció una aproximación teniendo en cuenta el estado físico del equipo y el resultado de la evaluación técnica. Al primer parámetro se le adjudicó un peso del 20%, mientras que al segundo un 80%.

4.4.6 TMAR

Un último criterio para esta evaluación era el TMAR (Tasa mínima atractiva de retorno), y dado que la clínica no tiene establecido dicho valor, se concilió con el personal de ingeniería estimar un valor equivalente al 12% para efectos prácticos de esta evaluación.

Para esta evaluación se logró establecer un valor de salvamente y TMAR, parámetros que anteriormente no se tenían establecido la clínica.

Se tuvieron dificultades principalmente para recopilar información, ya fuera para acceder a los contratos de mantenimiento de la clínica, como para que los proveedores dieran respuesta acerca de costos aproximados para los equipos sustitutos.

4.5 Resultados globales

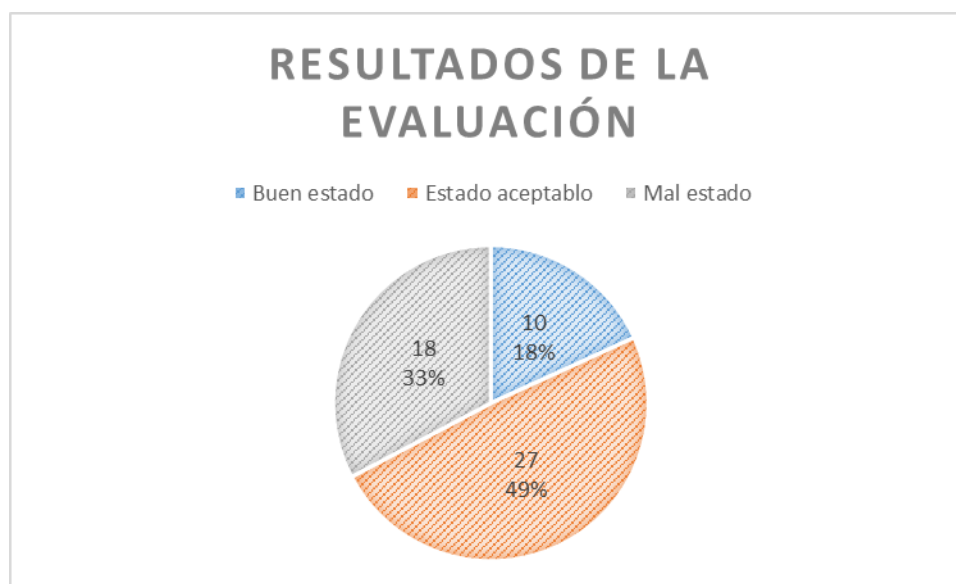


Figura 18 Resultados de la evaluación

En cuanto a los resultados de la evaluación de los equipos médicos, se obtuvo que el 33% (18) de los equipos se encuentran dentro del grupo donde la recomendación es realizar

un reemplazo inmediato, por lo tanto, es prioridad realizar una inversión en la adquisición de nueva tecnología, el listado de estos equipos es presentado en el anexo B. El 49% (27) de los equipos sometidos a la evaluación se ubican en el grupo que se considera en condiciones aceptables y el cual debe ser evaluado dentro de un año, el listado de estos equipos es presentado en el anexo C. Finalmente, el 18% (10) de los equipos se ubica en el grupo considerado en buenas condiciones operativas y se debe volver a evaluar en 2 años, el listado de estos equipos es presentado en el anexo D. De igual forma en la Tabla 7 se especifica la cantidad por tipo de equipos en cada rango de resultado de la evaluación del estado de la tecnología.

Tabla 7 Resultados de la evaluación para los tipos de equipos

RESULTADO EVALUACIÓN	TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD
EQUIPOS EN BUEN ESTADO	BISTURÍS ARMONICOS	1
	BOMBAS DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	2
	EQUIPOS DE GASES ARTERIALES	1
	EQUIPOS DE RX PORTATIL	2
	MONITORES DE SIGNOS VITALES	4
	TOTAL	10
EQUIPOS EN ESTADO ACEPTABLE	BOMBAS DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	1
	DESFIBRILADORES	5
	EQUIPOS DE CONTRAPULSACIÓN AORTICA	1
	EQUIPOS DE GASES ARTERIALES	1
	EQUIPOS DE RX	2
	FLUJOMETROS VASCULARES VERIQ	1
	MAQUINAS DE ANESTESIA	5
	MONITORES DE SIGNOS VITALES	11
TOTAL	27	
EQUIPOS EN MAL ESTADO	BOMBAS DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	3
	ELECTROBISTURIES	7
	EQUIPOS DE ELECTROENCEFALOGRAFÍA	1
	EQUIPOS DE GASES ARTERIALES	3
	INYECTORES DE MEDIO DE CONTRASTE	1
	MARCAPASOS EXTERNO	3
	TOTAL	18

Profundizando en aquellos equipos cuyo resultado fue “Estado aceptable”, se obtuvo que:

- La evaluación económica fue determinante para que los equipos quedaran en este rango, aún cuando el valor de este ítem en la ponderación total es el de menor valor

(25%), sin embargo, fue muy significativo. Se obtuvieron 13 equipos con una calificación del 0% en este parámetro, entre los cuales están 8 monitores de signos vitales, 1 equipo de gases arteriales, 1 balón de contrapulsación aortica y 3 desfibriladores. En el caso de los monitores de signos vitales el costo actual del equipo evaluado fue superior al costo del equipo sustituto y ninguno de los monitores evaluados contaba con vida útil.

- Adicional, se observa que para el caso particular del equipo con código BMMO-MONIT65 durante el 2020 se solicitaron repuestos por un costo de \$ 3.749.331, lo que equivale a un 26% del valor de un monitor de signos vitales nuevo que cuente con capnografía, gasto cardíaco y presión no invasiva, lo que representa un costo en repuestos muy elevado para un equipo con una edad de 14 años.

- Para el caso de los demás equipos (equipo de gases arteriales, balón de contrapulsación aortica y desfibriladores) el parámetro que más peso tuvo para que el resultado de la evaluación fuera 0% fue el tiempo de vida útil, dado que, tan sólo uno no ha sobrepasado el tiempo de vida útil estimado, contando con 2 años aún. Sin embargo, se observó un comportamiento en los resultados entregados por el software, donde sólo los equipos con una vida útil superior a los 6 años obtenían una buena calificación, mientras para valores inferiores se tenían puntuaciones insignificantes; también se observó que esto era independiente a la vida útil ingresada para el equipo sustituto, es decir, no se realizaba una comparación, por ejemplo los marcapasos externos cuentan con una vida útil de 5 años, y aún para un equipo nuevo, el software mostraba una mala calificación en este ítem. Para los 14 equipos restantes del grupo de equipos en estado aceptable se obtuvieron resultados económicos entre el 25% y el 53%.

- La evaluación clínica fue la que mejores resultados obtuvo, donde 26 equipos obtuvieron un valor superior al 73,5% y el equipo restante obtuvo un valor de 61%, este equipo corresponde a una bomba de circulación extracorpórea y su puntaje se debe a que el personal asistencial considera que este equipo tiene asociados factores de riesgo muy altos y que podría generar un daño grave al paciente, además de considerar que el equipo no siempre facilita un mejor tratamiento.

- Para lograr una mejor ilustración, en la Tabla 8 se presentan los puntajes de cada variable para la evaluación técnica.

Tabla 8 Puntajes evaluación técnica

EVALUACIÓN TÉCNICA	
INDICADOR	PUNTAJE MAXIMO
Número de mantenimientos /suministros al año	31,6 %
Tiempo e intensidad de uso	24,3 %
Edad del equipo	21,3 %
Tiempo fuera de servicio	11,3 %
Manual del usuario y de servicio	7,3 %
Normas de seguridad	4,3 %
TOTAL	100 %

Los resultados de la evaluación técnica estuvieron en un rango entre 53% y 71,4%. El ítem con mayor puntuación (31,6%) en esta evaluación es la comparación entre el número de mantenimientos preventivos anuales recomendados por el fabricante con los ejecutados por la institución, en este caso todos los equipos obtuvieron la máxima puntuación. Sin embargo, se evidencia que el software Keeper no permite ingresar un valor igual a cero en caso de que el fabricante especifique que el equipo no requiere mantenimientos preventivos, como lo fue el caso del flujómetro vascular veri-q con código BMVR-VERIQ01, por lo que para este caso en específico se debió ingresar un valor de '1'. El segundo ítem con mayor valor (24,2%) es la intensidad de uso, para los desfibriladores en específico se tuvo una mala calificación, dado que el modelo que el software utiliza toma que estos equipos al ser usados unos pocos minutos en un día normal son subutilizados y no son necesarios dentro de la institución, sin embargo, por ejemplo, en este caso los desfibriladores son necesarios por el estándar de dotación de la resolución 3100 (Ministerio de salud y protección social, 2019),

por lo tanto se recomienda a la institución que para la próxima evaluación que se le realicen a estos equipos, se ajuste este valor para obtener una mejor calificación, dado que si bien el equipo no se utiliza con frecuencia, está disponible en caso de ser necesitado; el resto de equipos obtuvo una mejor puntuación dado que se indica que son utilizados en un tiempo igual o superior a las 10 h. El tercer parámetro con mayor peso (21,3%) es la edad del equipo, acá todos los equipos obtuvieron una calificación de 0% dado que corresponden a equipos con 7 o más años, este aspecto es irreversible, por lo que, en la próxima evaluación a realizarse, el resultado será igual. Otro de los criterios que se tenía en cuenta era el tiempo fuera de servicio (11,3%), en este caso todos los equipos obtuvieron el puntaje máximo, 19 equipos nunca estuvieron fuera de servicio, 7 lo estuvieron por menos de un día y un último correspondiente a un monitor de signos vitales estuvo 347 h por fuera de servicio, lo cual es un periodo de tiempo corto al compararlo con 8700 h que debe estar en funcionamiento. El siguiente parámetro de esta evaluación fue que los equipos contaran con manual de usuario y de servicio (7,3%), 9 equipos no contaban con alguno de los dos, por lo que fueron calificados con una puntuación de 0%, entre estos se encuentran 5 monitores de signos vitales marca Nihon Kohden modelo BSM-5105K, 1 monitor de signos vitales marca Datex Ohmeda modelo CARDIOCAP/5, un equipo de rayos x marca Carestream modelo QGV-50-3, un flujómetro vascular marca Medistin modelo VQ4122 y un balón de contrapulsación aórtica marca Datascope modelo System 97, por lo que se recomienda a la institución obtener dichos manuales para así mejorar la puntuación de la próxima evaluación a realizarse y aún más importante para dar asistencia a los usuarios y al personal técnico de ser necesario; los 18 equipos restantes contaban con ambos manuales y fueron calificados con la mayor puntuación. El último parámetro que hace parte de esta evaluación es si los equipos cuentan con el registro sanitario (4,3%), se obtuvo que 25 equipos contaban con dicho registro y los 2 restantes no lo requerían, sin embargo, el software no tiene la opción “No aplica”, por lo que es necesario poner “Sí” para que no sean calificados con una mala puntuación.

En resumen, se listan las recomendaciones para la clínica Cardio VID, una vez realizada la evaluación de tecnología:

- Realizar un adecuado ingreso de la información a las hojas de vida de los equipos, para así contar con hojas de vida completas y con datos que sean correctos.

- Realizar un adecuado proceso de recepción de la tecnología, donde se exija a los proveedores los documentos establecidos por la resolución 4525 de 2005, tales como los registros sanitarios de los equipos y los manuales de usuario y de servicio en el idioma original y en español.
- Para una próxima evaluación ajustar la intensidad de uso para equipos con tiempos de operación cortos durante un día, pero que son indispensables en los servicios según resolución 3100 de 2019.
- Aunque en la evaluación técnica el tiempo fuera de servicio tuvo buenas puntuaciones, durante el tiempo de la practica académica se logró evidenciar que los tiempos de respuesta de los proveedores para enviar cotizaciones de repuestos eran lentos, y lo eran aún más los tiempos que tardaban en llegar dichos repuestos. Por lo que se cual se le sugiere a la clínica agilizar estos procesos.
- Dado que varios parámetros como el tiempo base, valor de salvamento y tasa mínima atractiva de retorno tuvieron que ser estimados, se recomienda a la clínica adaptar el software a sus necesidades particulares para obtener resultados concordantes a su realidad

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación constante del estado de los equipos médicos es una necesidad dentro de las Instituciones Prestadoras de servicio de Salud, dado que advierte sobre el estado funcional de estos, la vida útil restante y la relación costo-beneficio, permitiendo tener una guía sobre los equipos que deben tener una reposición y así poder hacer una adecuada planeación en las próximas adquisiciones de equipos médicos.

Tras aplicar la evaluación a 55 equipos de la clínica Cardio VID con el modelo del software Keeper, se obtuvo que el 33% de los equipos se encuentra en malas condiciones y debe ser reemplazado de inmediato, el 49% se encuentra en condiciones aceptables y debe ser evaluado nuevamente dentro de un año y el 33% se encuentra en buenas condiciones, por lo que se recomienda que sea evaluado nuevamente en 2 años.

Se logró recopilar la información necesaria para la realización de la evaluación, sin embargo, algunos parámetros tuvieron que ser estimados en conjunto con el personal de ingeniería de la clínica dado que no estaban establecidos, tales como el tiempo base, valor de salvamento, tasa mínima atractiva de retorno y en algunos pocos casos no se tuvo acceso a los contratos de mantenimiento. Lo expuesto refleja que el software no contempla las necesidades particulares de la clínica ni la información que esta maneja en relación con los equipos biomédicos, por lo cual la institución debe comprometerse a adaptar el software a sus necesidades para obtener resultados ajustados a su realidad

Al analizar los resultados de los equipos cuya evaluación fue un estado aceptable, se puede concluir que aunque muchos de los parámetros no son reversibles, existen algunos que si pueden ser modificados para obtener un mejor resultado en la próxima evaluación que se realice, tales como la intensidad de uso y la obtención de los manuales de usuario y de servicio; también se observó de manera general una buena percepción del personal asistencial sobre los equipos y un alto grado de cumplimiento por parte del personal de ingeniería tanto en la ejecución de los mantenimientos preventivos como en un tiempo de respuesta corto desde el momento en que se reporta un daño hasta la atención de este.

Con el presente trabajo se logró realizar la primera evaluación de obsolescencia de la clínica Cardio VID, además se aportó a la actualización y recopilación de información necesaria para las hojas de vida de los equipos.

Dados los beneficios de la evaluación de tecnología biomédica en la toma de decisiones, se invita a realizar la evaluación a los equipos pertenecientes a las demás áreas de la clínica.

6. REFERENCIAS

ECRI | Trusted Voice in Healthcare. (2020). ECRI. <https://www.ecri.org/>

EsSalud. (2019). *Vida útil de los equipos médicos (consideraciones tecnológicas y otras)*. http://www.essalud.gob.pe/ietsi/BOLETINES_TECNOLOGICOS/pdf/boletin_tecnologico_004_2019.pdf

García Palencia, O. (2006). El mantenimiento general. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>

INVIMA. (2013). *ABC de dispositivos médicos*. Imprenta nacional. https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274

INVIMA. (2020). INVIMA. <https://www.invima.gov.co/quienes-somos#:~:text=Somos%20la%20Agencia%20Regulatoria%20Nacional,alimentos%2C%20medicamentos%2C%20dispositivos%20m%C3%A9dicos%20y>

Ministerio de la protección social. (2004). *Evaluación de tecnologías en salud*. Dirección general de calidad.

Ministerio de la protección social. (2005). *Decreto Número 4725 de 2005*. https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf

Ministerio de salud y protección social. (2019). *Resolución 3100 de 2019*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3100-de-2019.pdf>

Montenegro Calderón, A. M. (2014). Desarrollo de una guía metodológica para la evaluación de equipos biomédicos instalados en una IPS en la ciudad de Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5745/1/T03779.pdf>

OMS. (2006, 25 mayo). *Tecnologías sanitarias esenciales*. Who.int. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB118/B118_15-sp.pdf

OMS. (2012). *Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos*. Biblioteca de la OMS. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44824/9789243501369_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Otálvaro Cifuentes, E. H. (2015). *Modelo de evaluación y gestión del equipamiento y tecnología biomédicos*. INVIMA.

<http://www.saludcapital.gov.co/BibliotecaPSFFaspx/Presentaciones%20Comit%C3%A9%20de%20Gerentes/Comit%C3%A9%20de%20Gerentes/Mayo%20de%202015/Presentacion%20Gestion%20Estrategica%20de%20la%20Tecnologia%20en%20Salud.pdf>

Puerto Gómez, W. H. (2014). Evaluación de los procesos de gestión de la tecnología en una institución de salud de alta complejidad, en el marco del sistema único de acreditación en salud. Pontificia universidad javeriana.

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16728/PuertoGomezWalterHernando2014.pdf?sequence=1>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2019, 5 mayo). Obsolescencia.

https://web.archive.org/web/20070705072108/http://www.fceqyn.unam.edu.ar/icades/index.php?option=com_content&task=view&id=99&Itemid=86

7. ANEXOS

Anexo A. Información de los equipos evaluados.

Tabla 9 Equipos evaluados

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	MEDTRONIC	BIO TREND	M636	BMBI-BIOTR02
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	SORIN STOCKERT	DATAMASTER 75705	BO90291K10	BMGA-EQUGAS010
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	MEDTRONIC	BIO TREND	M5250	BMBI-BIOTR01
CIRUGIA	BISTURI ARMONICO	JOHNSON Y JOHNSON	ETHICON	1111350388	BMEL-ELEC019
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG153127R	BMMP-MAREX33
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	SORIN STOCKERT	DATAMASTER 75705	BO16261A08	BMGA-EQUGAS009
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG150166R	BMMP-MAREX29
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	DIDECO	DATAMASTER	B013349L02	BMGA-EQUGAS007
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	DIDECO	DATAMASTER	B015083D05	BMGA-EQUGAS006
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG020100P	BMMP-MAREX02
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE TRIAD	T2C28427EX	BMEL-ELEC017
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47976A	BMEL-ELEC013
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX-C	F6F47949A	BMEL-ELEC014
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47529A	BMEL-ELEC015
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47522A	BMEL-ELEC016
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE 2	F5144991T	BMEL-ELEC012
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE 2	F9L37797T	BMEL-ELEC010
CIRUGIA	DESFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E CARDIOLIFE	02262	BMDF-DESFI47

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E CARDIOLIFE	02258	BMDF- DESFI46
CIRUGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00026	BMDF- DESFI31
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	THORATEC	CENTRIMAG	L06525-0004	BMCE- MAG03
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	THORATEC	CENTRIMAG	L6522-0007	BMCE- MAG02
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	THORATEC	CENTRIMAG	L05017-0005	BMCE- MAG01
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	MEDTRONIC	560	560B102348	BMBO- BOMPE29
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	MEDTRONIC	560	560B102040	BMBO- BOMPE26
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	CENTURY	CENTURY	CCB40119	BMBO- BOMPE24
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107248	BMMO- MONIT137
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107217	BMMO- MONIT138
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107237	BMMO- MONIT139
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASCL-0127	BMMA- MAQAN016
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASCL-0128	BMMA- MAQAN017
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	DRAEGER	INFINITY DELTA	6004661869	BMMO- MONIT059
CIRUGIA	BRONCOVIDEOSCOPIO	OLYMPUS	SIN DATO	NO TIENE	BMBR- BRONC11
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	MEDTRONIC	550	7347	BMBO- BOMPE19
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASBB-0161	BMMA- MAQAN014
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASBB-0160	BMMA- MAQAN015
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-2353K	1800	BMMO- MONIT94
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	1143	BMMO- MONIT71
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	1144	BMMO- MONIT72
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	SORIN STOCKERT	BOMBA RODILLO S3	43S5127	BMBO- BOMPE22
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	MEDTRONIC	550	7345	BMBO- BOMPE20

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	883	BMMO-MONIT65
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	DATEX OHMEDA	CARDIOCAP/5	6022423	BMMO-MONIT63
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DATEX OHMEDA	AESPIRE S/5	AMXJ01283	BMMA-MAQAN011
CIRUGIA	BOMBA DE PERFUSION	SORIN STOCKERT	SISTEMA SC COMPAC	55C1167	BMBO-BOMPE21
CIRUGIA	EQUIPO DE ODONTOLOGIA PORTATIL	AUDENCOL	SIN DATO	SIN DATO	BMEO-EQODON1
CIRUGIA	EQUIPO DE CONTRAPULSACIÓN AORTICA	DATASCOPE	SYSTEM 97	S74351-G6	BMBL-BALINT3
CIRUGIA	TORRE DE LAPAROSCOPIA HD	KARL STORZ	SIN DATO	UW705895-P	BMBR-BRONC14
CIRUGIA	FLUJOMETRO VASCULAR VERIQ	MEDISTIN	VQ4122	AJ1364	BMVR-VERIQ01
CIRUGIA	MICROMOTOR MODULO ODONTOLOGICO	NSK	NE116	AOY26660	BMMM-MICRO01
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	ECOCARDIOGRAFO	PHILIPS	IE33 VISON 2007 CORE	02RDZP	BMEC-ECOCAR010
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107806	BMMO-MONIT145
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107243	BMMO-MONIT146
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-2353K	1792	BMMO-MONIT84
ECOCARDIOGRAFIA PEDIATRICA	ECOCARDIOGRAFO	GENERAL ELECTRIC	VIVID 7	7247V7L	BMEC-ECOCAR009
ECOCARDIOGRAFIA PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107295	BMMO-MONIT142
ECOCARDIOGRAFIA PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	106549	BMMO-MONIT134
LABORATORIO VASCULAR	PLETISMOGRAFO VASCULAR	VIASONIX	FALCON/PRO	VP22314	BMPL-PLETIS4
LABORATORIO VASCULAR	ECOGRAFO	GENERAL ELECTRIC	LOGIC P5	LP5130247SUO	BMEC-ECOCAR012
NEUMOLOGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00981	BMDF-DEFI42
NEUMOLOGIA	BRONCOVIDEOSCOPIO	OLYMPUS	BF 1T150	2341137	BMBR-BRONC16
NEUMOLOGIA	BRONCOVIDEOSCOPIO	OLYMPUS	CV150	7145049-VARIAS	BMBR-BRONC10
NEUMOLOGIA	EQUIPO DE TERMOPLASTIA BRONQUIAL	THOMAS MEDI-PUMP	ATS200	62112025	BMTE-PLASTIA01

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
NEUMOLOGIA	EQUIPO DE PRUEBAS CARDIOPULMONARES	MEDICAL GRAPHICS	ULTIMA	160755879	BMEP-EQPRPU04
NEUMOLOGIA	EQUIPO DE PRUEBAS CARDIOPULMONARES	MEDICAL GRAPHICS	ULTIMA CARDIO2	205000003	BMEP-EQPRPU02
NEUMOLOGIA	EQUIPO DE PRUEBAS CARDIOPULMONARES	MEDICAL GRAPHICS	ULTIMA CARDIO2	133000267	BMEP-EQPRPU03
RAYOS X	DESFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00148	BMDF-DESFI36
RAYOS X	EQUIPO DE RX	CARESTREAM	QGV-50-3-R10-T600	920	BMRX-EQUIRX4
RAYOS X	EQUIPO RX PORTATIL	SIEMENS	MOBILETT XP	3045	BMRX-EQRXPO4
RAYOS X	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-6301K	546	BMMO-MONIT011
RAYOS X	INYECTOR DE MEDIOS DE CONTRASTE	MEDRAD	STELLANT	70229	BMIN-INYECT6
RAYOS X	EQUIPO RX PORTATIL	SIEMENS	MOBILETT XP	2106	BMRX-EQRXPO3
RAYOS X	EQUIPO DE RX	SIEMENS	AXIOM ICONOS MD	13001	BMRX-EQUIRX3
RAYOS X	EQUIPO DE ELECTROENCEFALOGRAFIA	CARE FUSION	BRAVO	OJ110731M	BMEQ-EQENCE2
RAYOS X	ECOGRAFO	SIEMENS	ACUSON X300 PE	318409	BMEC-ECOCAR014

Anexo B. Equipos en mal estado.

Tabla 10 Equipos en mal estado

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	DIDECO	DATAMASTER	B013349L02	BMGA-EQGAS007
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47976A	BMEL-ELEC013
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47522A	BMEL-ELEC016
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX	F6F47529A	BMEL-ELEC015
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE 2	F9L37797T	BMEL-ELEC010
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE FX-C	F6F47949A	BMEL-ELEC014

INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS					
RAYOS X	INYECTOR DE MEDIOS DE CONTRASTE	MEDRAD	STELLANT	70229	BMIN-INYECT6
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	SORIN STOCKERT	SISTEMA SC COMPAC	55C1167	BMBO-BOMPE21
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	DIDECO	DATAMASTER	B015083D05	BMGA-EQUGAS006
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG020100P	BMMP-MAREX02
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG150166R	BMMP-MAREX29
CIRUGIA	MARCAPASO EXTERNO	MEDTRONIC	5388	PFG153127R	BMMP-MAREX33
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE 2	F5I44991T	BMEL-ELEC012
RAYOS X	EQUIPO DE ELECTROENCEFALOGRAFIA	NATUS	NICOLET	OJ110731M	BMEQ-EQUENCE2
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	MEDTRONIC	550	7345	BMBO-BOMPE20
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	SORIN STOCKERT	DATAMASTER 75705	BO16261A08	BMGA-EQUGAS009
CIRUGIA	ELECTROBISTURI	VALLEYLAB-COVIDIEN	FORCE TRIAD	T2C28427EX	BMEL-ELEC017
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	SORIN STOCKERT	BOMBA RODILLO S3	43S5127	BMBO-BOMPE22

Anexo C. Equipos en estado aceptable.

Tabla 11 Equipos en estado aceptable

INFORMACIÓN DEL EQUIPO					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107237	BMMO-MONIT139
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107248	BMMO-MONIT137
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107217	BMMO-MONIT138
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-2353K	1792	BMMO-MONIT84
RAYOS X	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-6301K	546	BMMO-MONIT011
NEUMOLOGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00981	BMDF-DESFI42
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASBB-0161	BMMA-MAQAN014

INFORMACIÓN DEL EQUIPO					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASBB-0160	BMMA- MAQAN015
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DATEX OHMEDA	AESPIRE S/5	AMXJ01283	BMMA- MAQAN011
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASCL-0128	BMMA- MAQAN017
CIRUGIA	MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	PRIMUS	ASCL-0127	BMMA- MAQAN016
CIRUGIA	FLUJOMETRO VASCULAR VERIQ	MEDISTIN	VQ4122	AJ1364	BMVR- VERIQ01
RAYOS X	EQUIPO DE RX	SIEMENS	AXIOM ICONOS MD	13001	BMRX- EQUIRX3
RAYOS X	EQUIPO DE RX	CARESTREAM	QGV-50-3-R10- T600	920	BMRX- EQUIRX4
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-2353K	1800	BMMO- MONIT94
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	DRAEGER	INFINITY DELTA	6004661869	BMMO- MONIT059
RAYOS X	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00148	BMDF- DESFI36
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	DATEX OHMEDA	CARDIOCAP/5	6022423	BMMO- MONIT63
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	1143	BMMO- MONIT71
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	1144	BMMO- MONIT72
CIRUGIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	BSM-5105K	883	BMMO- MONIT65
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	SORIN STOCKERT	DATAMASTER 75705	BO90291K10	BMGA- EQUGAS010
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	MEDTRONIC	550	7347	BMBO- BOMPE19
CIRUGIA	EQUIPO DE CONTRAPULSACIÓN AORTICA	DATASCOPE	SYSTEM 97	S74351-G6	BMBL- BALINT3
CIRUGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E CARDIOLIFE	02258	BMDF- DESFI46
CIRUGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E CARDIOLIFE	02262	BMDF- DESFI47
CIRUGIA	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5521E CARDIOLIFE	00026	BMDF- DESFI31

Anexo D. Equipos en buen estado.

Tabla 12 Equipos en buen estado

INFORMACIÓN DEL EQUIPO					
SERVICIO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIAL	CODIGO
RAYOS X	EQUIPO RX PORTATIL	SIEMENS	MOBILETT XP	3045	BMRX-EQRXPO4
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107243	BMMO-MONIT146
CIRUGIA	EQUIPO DE GASES ARTERIALES	MEDTRONIC	BIO TREND	M5250	BMBI-BIOTR01
ECOCARDIOGRAFIA ADULTOS	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107806	BMMO-MONIT145
ECOCARDIOGRAFIA PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	106549	BMMO-MONIT134
ECOCARDIOGRAFIA PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM-2701	107295	BMMO-MONIT142
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	CENTURY	CENTURY	CCB40119	BMBO-BOMPE24
RAYOS X	EQUIPO RX PORTATIL	SIEMENS	MOBILETT XP	2106	BMRX-EQRXPO3
CIRUGIA	BOMBA DE CIRCULACIÓN EXTRACORPOREA	MEDTRONIC	560	560B102040	BMBO-BOMPE26
CIRUGIA	BISTURI ARMONICO	JOHNSON Y JOHNSON	ETHICON	1111350388	BMEL-ELEC019