

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería



**Identificación y evaluación de dispositivos biomédicos en el  
Hospital Materno Infantil Juan Pablo II**

Trabajo de graduación presentado por Jimena Paola Sánchez Tobar  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Biomédica

Guatemala,

2024



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería




**Identificación y evaluación de dispositivos biomédicos en el  
Hospital Materno Infantil Juan Pablo II**

Trabajo de graduación presentado por Jimena Paola Sánchez Tobar  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Biomédica

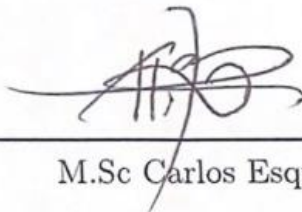
Guatemala,

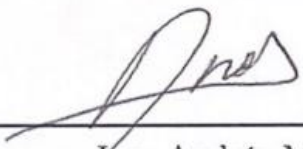
2024

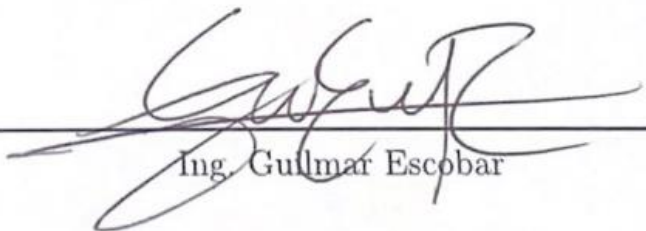
Vo.Bo.:

(f)   
M.Sc. José Leal

Tribunal Examinador:

(f)   
M.Sc. Carlos Esquit

(f)   
Ing. Andrés Monterroso

(f)   
Ing. Gullmar Escobar

Fecha de aprobación: Guatemala, 06 de enero de 2024.

La ingeniería biomédica es un campo existente en Guatemala, pero con mucho potencial de desarrollo todavía. Debido a mi experiencia previa en el ámbito profesional, me despertó un interés en el sistema de salud nacional y cómo pudiera mejorar. Al mejorar este sistema, se podría mejorar la calidad de salud de muchas personas. Por lo que este trabajo de graduación surgió del interés personal luego de observar la falta de estructura en hospitales nacionales y lo que este desorden puede impactar en la salud de los pacientes.

El principal reto de este proyecto era la obtención de información actual y necesidades reales dentro de un hospital nacional. Ya que al obtener estos datos, la realización de la investigación y ejecución de este proyecto da la oportunidad de contribuir a una mejor estructuración de los hospitales guatemaltecos. Quiero agradecer al Hospital Materno Infantil Juan Pablo II, por el apoyo para obtener los datos para análisis e investigación. Además, quiero agradecer al Licenciado Rudy Marroquín por su tiempo brindado y coordinación con diferentes áreas dentro del hospital para completar este trabajo de graduación. Por último, agradezco a todo el personal del hospital por el recibimiento y la confianza que me prestaron para conocer acerca del hospital y hablarme de áreas de mejoras necesarias para un mejor funcionamiento en general.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi asesor, M.Sc. José Andrés Leal Ordoñez, por su apoyo, compromiso, paciencia y dedicación durante todo el proceso de investigación. Su experiencia y compromiso fueron indispensables para el éxito de este trabajo. Agradezco a la Universidad del Valle de Guatemala y a los catedráticos por haberme brindado un ambiente enriquecedor que ha contribuido a mi desarrollo académico y personal.

Y por último quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis papás Ericka Tobar y Omar Sánchez por su apoyo incondicional y sacrificio a lo largo de toda mi vida. Agradezco al resto de mi familia y amigos por su acompañamiento durante estos años de carrera. Finalmente, quiero agradecer a mis amigas de carrera, por apoyarme en estos últimos 5 años de desarrollo profesional y personal.

<b>Prefacio</b>	III
<b>Lista de figuras</b>	VII
<b>Lista de cuadros</b>	VIII
<b>Resumen</b>	IX
<b>Abstract</b>	X
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Antecedentes</b>	2
<b>3. Justificación</b>	4
<b>4. Objetivos</b>	7
<b>5. Alcance</b>	8
<b>6. Marco teórico</b>	9
6.1. Hospitales en Guatemala . . . . .	9
6.1.1. Organización del sistema de salud en Guatemala . . . . .	9
6.1.2. Métodos de financiamiento . . . . .	11
6.1.3. Deficiencias . . . . .	12
6.2. Control de dispositivos médicos . . . . .	13
6.2.1. Tipos de dispositivos médicos . . . . .	13
6.3. Mantenimiento a dispositivos médicos . . . . .	14
6.3.1. Tipos de mantenimiento requeridos . . . . .	14
6.3.2. Errores típicos en el mantenimiento . . . . .	15
6.3.3. Manejo de conocimientos previos requeridos . . . . .	16
6.4. Procesos burocráticos en hospitales guatemaltecos . . . . .	17
6.4.1. Procesos de compra y adquisición de dispositivos . . . . .	17
6.4.2. Procesos para reparaciones . . . . .	17

6.5. Hospital Materno Infantil Juan Pablo II . . . . .	17
<b>7. Metodología</b>	<b>20</b>
7.1. Identificación de necesidades del inventario . . . . .	20
7.1.1. Evaluación del inventario inicial . . . . .	20
7.1.2. Elaboración del nuevo inventario . . . . .	21
7.2. Entrevistas . . . . .	21
7.3. Análisis de respuestas de entrevistas . . . . .	22
7.4. Análisis del flujo de trabajo del hospital . . . . .	23
7.4.1. Entrevista inicial al encargado de dispositivos médicos a nivel general en el hospital . . . . .	23
7.4.2. Evaluación del flujo de reporte de fallas de dispositivos . . . . .	24
7.5. Propuesta de mejora . . . . .	24
<b>8. Resultados</b>	<b>26</b>
8.1. Inventario . . . . .	26
8.1.1. Inventario actual . . . . .	26
8.1.2. Actualización de inventario . . . . .	28
8.2. Identificación de procesos del hospital . . . . .	35
8.2.1. Diagrama de procesos y trabajo . . . . .	36
8.3. Entrega de resultados y prueba piloto en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II . . . . .	37
8.3.1. Manual de gestión de dispositivos médicos . . . . .	37
8.3.2. Inventario actualizado y propuestas de mejora . . . . .	40
<b>9. Discusión</b>	<b>44</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>11. Recomendaciones</b>	<b>48</b>
<b>12. Bibliografía</b>	<b>49</b>
<b>13. Anexos</b>	<b>53</b>
13.1. Consentimiento informado dado para las entrevistas con encargados . . . . .	53
13.2. Entrevistas al personal . . . . .	54
13.3. Codificación para inventario: Tipos de equipos médicos . . . . .	57
13.4. Dispositivos para etiquetar utilizando nuevos lineamientos de inventario . . . . .	58
13.5. Manual de gestión de dispositivos médicos . . . . .	58

---

## Lista de figuras

---

1.	Sistema de Salud de Guatemala. [20]	11
2.	Cobertura de salud, población y gasto. [20]	12
3.	Cambio de la funcionalidad del dispositivo con mantenimientos vs. sin mantenimientos y otros cuidados. [30]	16
4.	Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.	18
5.	Organigrama del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II. [34]	19
6.	Ejemplo de una sección del inventario actual del Hospital JP II, elaborado en 2017 y actualizado en 2021.	27
7.	Codificación general utilizada en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.	28
8.	Comparación de información del inventario inicial del 2017 vs. el inventario nuevo del 2023.	29
9.	Ejemplo de cómo se mira una hoja de cálculo de un área del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II luego de la actualización de inventario.	29
10.	Inventario del 2017 vs 2023.	30
11.	Estado de los dispositivos encontrados en la verificación del 2023.	31
12.	Cantidad de dispositivos encontrados en el año 2017 vs. año 2023.	32
13.	Dispositivos médicos esperados acorde al inventario del 2017 frente a los encontrados en el 2023.	33
14.	Dispositivos dados de baja vs. nuevos adquiridos en el período 2017-2023.	34
15.	Proceso si el equipo se encontraba con etiqueta vs sin etiqueta.	35
16.	Flujo de reporte de falla/mantenimiento actual en el hospital.	37
17.	Carátula e índice del entregable al hospital del protocolo de inventariado de equipos médicos.	38
18.	Flujo ideal de reporte de falla/mantenimiento a implementar en el hospital.	39
19.	Etiquetas utilizadas por el hospital anteriormente.	41
20.	Etiqueta nueva propuesta para etiquetado de dispositivos.	41
21.	Flujómetro de oxígeno junto al manual de gestión entregado al Hospital.	42
22.	Dispositivo báscula mecánica etiquetada.	42
23.	Dispositivo Doppler fetal portátil junto al manual de gestión entregado al Hospital.	43



24. Consentimiento informado utilizado para entrevistar a los encargados de área del hospital. . . . .	53
25. Lista de tipos de equipos para etiquetar un dispositivo . . . . .	57
26. Listado de 20 dispositivos para etiquetar. . . . .	58

---

Lista de cuadros

---

1. Tipos de dispositivos médicos . . . . .	14
2. Equipos etiquetados como prueba piloto. . . . .	43

La falta de infraestructura hospitalaria en Guatemala es una realidad alarmante que afecta tanto a centros de salud privados como públicos. La poca inversión en instalaciones y equipamiento médico es evidente al evaluar los establecimientos y la calidad de atención que reciben los pacientes. Esto contribuye a la desigualdad en el acceso de los servicios de salud, los problemas de gestión y administración de recursos, haciendo a todo el sistema muy ineficiente. Además, se ha demostrado que la falta de mantenimientos e inventariado de equipo médico implican más gastos innecesarios a las instituciones, ya que deben de pagar reparaciones prevenibles y dejan de atender a pacientes por tiempos, a veces prolongados, hasta arreglar los dispositivos. Por lo que es esencial la elaboración de protocolos para cualquier tipo de centro de salud que definan los procesos de compra-venta de los dispositivos biomédicos, incluyendo mantenimientos preventivos, reparaciones y llevar un inventario digital actualizado.

El objetivo de este trabajo es crear una base de datos con la información más relevante del equipo médico del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II. Para ello, se actualizó el inventario inicial de hospital realizando visitas físicas a cada área. Además, se hicieron entrevistas al personal encargado para entender los diversos procesos que se llevan a cabo para comprar dispositivos y solicitar mantenimientos para los mismos. Se identificaron áreas críticas que con la elaboración de un manual de protocolos para procesos, se implementarán mejoras en el hospital.

The lack of hospital infrastructure in Guatemala is an alarming reality that affects both private and public health centers. The scarce investment in facilities and medical equipment is evident when evaluating the facilities and the quality of care received by patients. This contributes to inequality in access to health services, management and resource administration problems, making the whole system very inefficient. In addition, it has been shown that the lack of maintenance and inventory of medical equipment implies more unnecessary expenses for the institutions. Since they must pay for preventable repairs and stop attending patients for periods of time, sometimes long, until the devices are fixed. Therefore, it is essential to develop protocols for any type of health center that define the processes for the purchase and sale of biomedical devices, including preventive maintenance, repairs and keeping an updated digital inventory.

The goal of this work is to create an updated database with the most relevant information of the medical equipment of the Hospital Materno Infantil Juan Pablo II. For this purpose, the initial inventory of the hospital was updated by making physical visits to each area. Also, interviews were conducted with the personnel in charge to understand the various processes that are carried out to purchase devices and request maintenance for them. Critical areas were identified that, with the development of a process manual, improvements could be implemented in the hospital.

El mantenimiento preventivo es un aspecto fundamental pero relegado en los hospitales guatemaltecos. Debido a que los hospitales no tienen la infraestructura ni logística para periódicamente darle mantenimientos a sus equipos médicos, genera gastos innecesarios en recursos económicos y humanos [1]. Esto es preocupante ya que contribuye a la brecha de desigualdad que hay en accesos de los servicios de salud para todos. Además, la calidad de atención que los pacientes reciben también se ve afectada por esta problemática.

El desorden de la ausencia de mantenimientos al equipo médico nace de la falta de un inventario eficiente y fácil de actualizar, además de la ausencia de protocolos para reporte de fallas de dispositivos. Bajo este contexto nace la necesidad de abordar este problema a través del siguiente trabajo que presenta una respuesta al desafío que se enfrentan los hospitales en Guatemala actualmente.

Se trabajó en conjunto con el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II, en donde a partir de un inventario inicial se realizó trabajo de campo para actualizarlo y al mismo tiempo hablar con su personal para conocer diferentes procesos internos. Luego de identificar que las áreas críticas del hospital era la burocracia interna que hace procesos ineficientes y la falta de un inventario digital actualizado, se desarrolló una evaluación de las mismas para posteriormente proponer soluciones personalizadas para el hospital para que puedan ser implementadas por ellos.

En el capítulo 6 de este trabajo se presentan las bases teóricas y bibliografía que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este y se presentan datos actuales en el contexto de Guatemala. En los capítulos 7 y 8 se describe la metodología empleada y los resultados alcanzados. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos relacionados que el mismo hospital u otros pudieran adoptar para mejorar sus procesos internos.

No se encontraron trabajos similares o estadísticas nacionales y actuales acerca de cómo se maneja el inventario de equipo biomédico en hospitales públicos guatemaltecos. Tener un inventario eficiente del equipo médico ha demostrado ser de vital importancia para minimizar costos hospitalarios, ahorrar tiempo de personal y por lo tanto, brindar una mejor atención a los pacientes [2]. También se ha demostrado que el mantenimiento adecuado y constante de los equipos médicos ayuda a mejorar la atención brindada a los pacientes, a reducir la carga laboral y administrativa innecesaria al personal médico, a incrementar longevidad del equipo y reducir costos a largo plazo [3]. Para llegar a esto se recomienda el uso de inventarios digitales y en tiempo real (“JIT approach”), donde todo el personal del hospital debe de actualizar constante y activamente la información para asegurar el orden del sistema de control.

Actualmente no existe una propuesta a nivel nacional para llevar un buen control de los dispositivos médicos en los hospitales públicos. De igual manera, estos hospitales carecen de sistema dedicados de inventariado y de protocolos para el mantenimiento adecuado de los dispositivos. La última propuesta en Guatemala para la inversión en hospitales nacionales para la mejora de la infraestructura y tecnología fue propuesta en los años 90 por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPS) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [4]. En esta propuesta, se detalla un plan de inversión con 3 fases, de las cuales solamente la fase I fue completada y la fase II no fue ejecutada por completo. Esta última contemplaba llevarse a cabo a finales del 2001, abarcando más hospitales en áreas rurales y urbanas. Sin embargo, no se encontró un seguimiento o resultados del mismo, por lo que se puede decir que nunca fue implementado.

El estudio más reciente sobre el estado actual en Guatemala del sistema de salud fue realizado en 2015 por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) [5]. Aquí se encontró una brecha en el acceso a servicios de salud entre poblaciones urbanas y rurales, distribución desigual de recursos, sistemas de gestión ineficientes y poco efectivos, entre otros. De igual manera, se ha identificado un mal manejo en las redes eléctricas de grado médico en hospitales nacionales y una escasez

de inventarios actualizados [6]. Varios profesionales de la salud que laboran en hospitales nacionales en intercambios personales han enfatizado la urgente necesidad de un protocolo con lineamientos para regular y organizar la infraestructura hospitalaria pública de manera más eficiente y eficaz.

La falta de infraestructura hospitalaria en el país es una realidad alarmante que se ve presente en centros de salud tanto privados como públicos, afectando a todos los pobladores guatemaltecos. Existen 46 hospitales públicos de acuerdo al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) [7] en todo el país, donde la falta de inversión en instalaciones y equipamiento médico es evidente. La poca inversión y la falta de transparencia del gobierno afecta a la población guatemalteca y limita el acceso a servicios de salud de calidad. A esto debe sumarse la desigualdad de acceso a los servicios de salud, falta de comunicación entre las instituciones de los diferentes niveles de salud, poca involucración ciudadana, problemas de la gestión y administración de recursos y a la vez, la escasez de los mismos, entre otros. [1]

La falta de confianza hacia el gobierno de los ciudadanos incrementó aún más por la pandemia de COVID-19. Aunque se crearon leyes y nuevos programas para demostrar la transparencia de la compra-venta de insumos para centros hospitalarios [8], esto no se vio reflejado ni en las instalaciones ni en la calidad brindada a los pacientes. Por lo que aún existe una gran brecha de comunicación efectiva entre gobierno, centros de salud y los ciudadanos. Si las instituciones como la MSPAS y otras proporcionaran más información veraz, transparente y verificable, resultaría en una comunidad más unida. Esto es importante ya que, si la población está bien informada de los servicios de salud disponibles, sus derechos y responsabilidades y están educados en temas de enfermedades y tratamientos, podrían tomar mejor cuidado de ellos mismos y sus familias [1]. Lo cual beneficiaría al Estado a reducir gastos y mejorar la salud de todos sus habitantes en general.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo se presenta el desafío de un buen uso de dispositivos médicos en los sistemas de salud [9]. Ya que se realiza poca inversión en equipos, no se lleva un buen control de sus mantenimientos, lo que resulta en daños que se traducen a gastos. Algunos dispositivos médicos son bastante complejos de utilizar y si la educación a los operadores de estos es limitada, probablemente los equipos no se operen de forma óptima. Además de esto, el mal manejo de los dispositivos se debe a la falta de protocolos hospitalarios para llevar un control sobre el mantenimiento periódico



del equipo. Esto, no solo limita la calidad del diagnóstico y atención a pacientes, sino que también crea una carga innecesaria en el personal hospitalario, así como una elongación en los tiempos de espera para los pacientes. [9]

En Guatemala no se tiene información de los mantenimientos preventivos o por daños realizados a los dispositivos médicos que se encuentran en los centros de salud nacionales. Tampoco se pueden encontrar los lineamientos que exigen a los proveedores acerca de cumplir los mantenimientos obligatorios a los equipos ni la capacitación educativa que deberían de proveer a todo el personal médico que tendrá contacto con estos dispositivos. En la actualidad, el poco presupuesto destinado al sistema de salud se gasta en alquileres de equipo que ya posee el hospital, pero por problemas de funcionamiento, no pueden operarlos [10]. Para evitar esto, se debería de contar con guías para todos los centros de salud a la hora de la compra-venta de los equipos para que se tengan contratos por los mismos, incluyendo mantenimientos y capacitaciones de calidad.

Llevar un inventario digital, actualizado y en tiempo real de suministros y equipo médico es una manera eficiente de mejorar la atención en salud de los guatemaltecos. En el año 2016, el MSPAS, Fundación para el Desarrollo de Guatemala (FUNDESA) y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) [11] realizaron un modelo piloto analizando las deficiencias en 7 hospitales nacionales y en base a lo encontrado, optimizaron sus procesos. Esto resultó en un ahorro a las familias de los pacientes y mejor recuperación de estos, reducción de costos operativos, optimización de presupuestos para compra de medicamentos e insumos y un mejor retorno de inversión. Con esta optimización, se ahorraron alrededor de \$20 millones en el presupuesto para compra de medicamentos e insumos y por primera vez, se tuvo un catálogo de medicamentos depurado. Esto significó que los hospitales tenían en existencia medicamentos necesarios hasta por 120 días y las familias no debían de comprarlos por fuera, ahorrando tiempo y dinero. Al implementar este sistema inteligente con inventario en tiempo real, en tan solo 6 meses se obtuvieron resultados muy notorios [11]. Por lo que se ejemplifica aún más la necesidad de estos inventarios automatizados con protocolos para los hospitales para poder llevarlos a cabo.

El desarrollo y la implementación de protocolos para la gestión hospitalaria deberían de estar regulados y normalizados. Esto debe de ser un trabajo en conjunto tanto con las instituciones, profesionales de salud e ingenieros biomédicos para tener los mejores resultados. Con la ingeniería biomédica desarrollándose más en el país, la participación de estos ingenieros será fundamental para tener un sistema de salud guatemalteco efectivo. La evaluación de los equipos médicos disponibles y su estado actual, la compra de nuevos y más suministros y el desarrollo de sistemas inteligentes pueden mejorar significativamente la atención médica que se provee en Guatemala y debe de realizarse en conjunto entre médicos, administradores e ingenieros biomédicos.

El Hospital Materno Infantil Juan Pablo II es un hospital relativamente pequeño, perteneciente al sistema de salud público, donde se atienden distintos tipos de pacientes, pero el énfasis se da en el cuidado materno e infantil. El último inventario de dispositivos médicos en este hospital fue realizado en 2017, en papel, y no ha podido ser actualizado en su totalidad hasta el día de hoy. La escasez de conocimiento sobre el estado actual de los dispositivos, así como la nula planeación de mantenimientos conlleva a grandes dificultades en el uso correcto de los dispositivos. Además de esto, los médicos y pacientes en el hospital se ven gravemente afectados cada vez que un dispositivo falla ya que no se cuenta con un departamento de-

dicado dentro del hospital para la evaluación, reparación y seguimiento de los dispositivos. Creando así largos tiempos de espera y una reducción en las posibilidades de una atención pronto y óptima. Por ello, la evaluación e inventariado digital de los dispositivos es una prioridad para la mejora de servicios y calidad de ellos. [12]

### 4.1 Objetivo general

Analizar y proponer optimización de los procesos de control de inventario, uso y mantenimiento del equipo médico en el hospital Materno Infantil Juan Pablo II.

### 4.2 Objetivos específicos

- Evaluar los procesos actuales de manejo del equipo médico y su mantenimiento por medio de entrevistas al personal encargado.
- Obtener y evaluar el inventario más reciente del hospital e identificar los tipos de dispositivos médicos disponibles en uso y almacenamiento.
- Identificar el uso que el personal médico le da a los dispositivos médicos y determinar los equipos más propensos a fallas para optimizar el calendario de mantenimientos.
- Diseñar un protocolo para la implementación de un inventario digital con calendario de mantenimiento a largo plazo resaltando los beneficios que traería.
- Implementar programa piloto en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II de inventariado de equipo médico y procesos de mantenimiento de los mismos.

Dentro del proceso de identificación y actualización del inventario, se trabajó dentro del hospital para evaluar el estado actual de los dispositivos con el fin de tener un punto claro de partida para el resto del proyecto. No se espera actualizar los datos de todos los dispositivos del hospital ni implementar de forma inmediata ninguna de las recomendaciones propuestas.

Como parte de la propuesta de cambios en el flujo de trabajo con respecto a los dispositivos médicos, se realizaron encuestas con personas involucradas y se buscaron puntos de mejora dentro de los procesos establecidos. Estos cambios se limitaron a ser sugerencias de acuerdo con procesos establecidos y probados en otras instituciones. No se espera que los procesos sean probados de forma inmediata durante la duración de este proyecto.

Finalmente se elaboró un manual de mejora donde todas las fallas encontradas se pondrán en perspectiva y se propondrán procesos a corto, mediano y largo plazo que puedan mejorar el trabajo en el hospital. Estos cambios se presentan como una propuesta simplemente y no como un lineamiento oficial a adoptar por el hospital y su personal.

## 6.1. Hospitales en Guatemala

### 6.1.1. Organización del sistema de salud en Guatemala

El sistema de salud de Guatemala está dividido en los subsistemas público, seguridad social y privado, los cuales atienden a diferentes grupos poblacionales. Debido a estas divisiones, se pueden duplicidad de funciones ocasionando ineficiencias en el sistema y costos innecesarios [13]. Estos tres subsistemas son el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) y el privado. Estos se concentran mayormente en el departamento de Guatemala, dejando en estado de vulnerabilidad a las zonas rurales y con población predominantemente indígena [14]. Actualmente la salud pública cubre a un 48% de la población, siendo el sistema de seguridad social el que cubre un 16% de esa población [15].

El sistema de salud pública se divide en tres niveles de atención: primer, segundo y tercer nivel. El primer nivel de atención vela por la promoción, prevención, curación y rehabilitación de la salud a través de puestos básicos de salud llamados “Puestos de Salud”. Estos pueden tratar enfermedades respiratorias menores y gastrointestinales leves; si se tiene algo más complejo, el paciente es referido a un Centro de Salud u Hospital de un nivel más alto. A la vez, se tiene personal que va a los hogares de los pacientes para control de embarazo, seguimiento de vacunación a niños, entre otras cosas. Por cada 5,000 habitantes en una comunidad, debería de haber por lo menos un puesto de salud. En la actualidad hay 1,221 puestos en funcionamiento, concentrados mayormente en las regiones Metropolitana y Sur-Oriente del país [16]. El segundo nivel de atención ofrece servicios más avanzados, por lo que engloba los Centros de Salud, Centros de Atención Materno-Infantil y otros Centros de Atención Permanente. Los Centros de Salud (CS) se encuentran tanto en áreas urbanas como rurales y debería de haber uno por cada 5,000 a 20,000 habitantes, actualmente hay 182. Atienden durante 8 horas al día o hasta donde los recursos permitan, y se tratan diversas patologías incluyendo seguimiento de recuperación de los pacientes. Los Centros de Atención

Permanente (CAP) se ubican en áreas seleccionadas donde hayan más de 20,000 personas o territorios rurales de difícil acceso. Estos deben de tener la capacidad de encamamiento de al menos 5 camas para embarazadas y/o niños y atender las 24 horas del día, todos los días. Hay 155 funcionando alrededor de todas las regiones del país [16]. El tercer nivel de atención constituyen 4 tipos de hospitales distribuidos por todo el país, con un total de 46. Un Hospital General tipo I se encuentra en las cabeceras municipales y debe contar con al menos médicos generales capacitados. Tiene como objetivo garantizar el cuidado integral del paciente al prestar las seis áreas básicas de atención que son: medicina, cirugía, obstetricia, pediatría, traumatología básica y anestesiología. El Hospital General tipo II se encuentra en las cabeceras departamentales con una población de al menos de 1000,000 personas. Este cubre los mismos servicios de un tipo I pero a diferencia que aquí hay personal especializada y subespecializada. Los tipo III poseen más especialidades médicas y están mejor equipados con dispositivos médicos. Los tipo IV o también llamados “Hospitales Generales de Referencia Nacional” son los más completos en especializaciones y servicios que ofrecen. Incluyen más áreas de medicina como neumología, pediatría, ortopedia, salud mental, rehabilitación, entre otras. Además deben de tener prestaciones de urgencia, encamamiento, cuidado intensivo, servicio de 24 horas e incluyen programas de docencia e investigación [16].

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) nace en 1944 al promulgarse la Constitución de la República de Guatemala, donde en el Artículo 63 se encuentra la garantía de un seguro social para todos los trabajadores [17]. Estos trabajadores deben de estar inscritos como contribuyentes y un porcentaje de su salario determinado va destinado a esta institución, y es una obligación que no se puede evadir. Actualmente se cuenta con 82 sucursales tales como hospitales, clínicas, centros de diagnóstico y unidades móviles distribuidas en todo el territorio guatemalteco [18]. De los 12 hospitales del IGSS, 5 se encuentran en la capital y los otros 7 están ubicados en diferentes regiones del país, por lo que hay una buena presencia nacional. Para el 2021, el número de afiliados fue de 1,388,248 [19], el cuál representa tan solo el 8.1% de la población guatemalteca.

El sector de salud privado con fines de lucro representa el 60% de todos los centros registrados en el país, indicando que los hogares y empresas guatemaltecas gastan por servicios de salud. Se pueden encontrar 95 hospitales pequeños y de tipo III con especialidades, 2,927 clínicas médicas especializadas, 1,103 clínicas de medicina general y 1,373 laboratorios [14]. Como se mencionó previamente, el financiamiento de salud del país se divide en 2 sectores: público y privado, y cada uno tiene actores como se observa en la Figura 1.

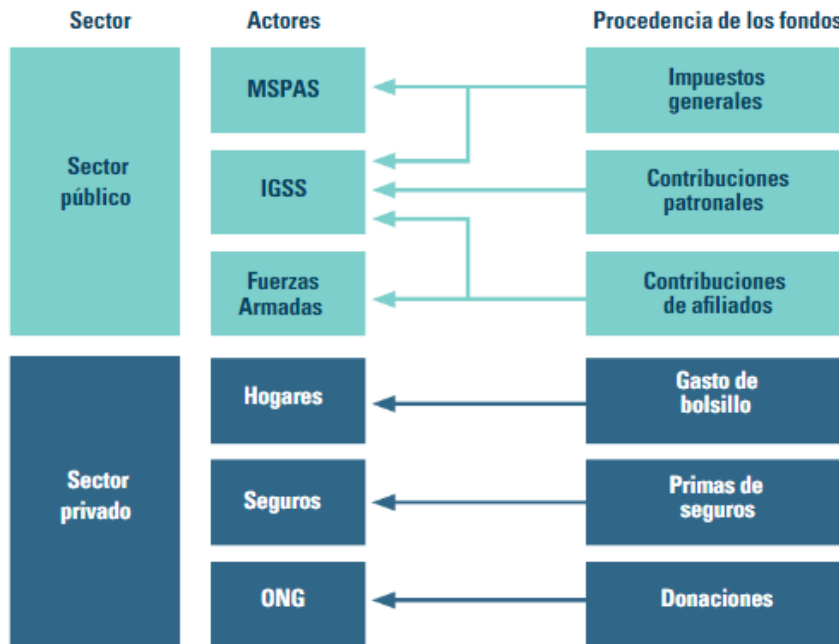


Figura 1: Sistema de Salud de Guatemala. [20]

### 6.1.2. Métodos de financiamiento

Los tres subsistemas MSPAS, IGSS y el privado obtienen financiación y asignación de recursos de manera distinta por el gobierno y cooperación internacional. Hasta el 2005, la tendencia en Guatemala había sido un decremento en el financiamiento público en salud y un aumento en aportación de pago de bolsillo de los hogares de los pobladores y empresas privadas [21]. Debido a estos gastos de parte de los ciudadanos, la mayoría debe de dirigir su presupuesto a salud y deja de invertir en otros servicios básicos como alimentación y educación. Aunque en el 2013 el gasto público en salud aumentó del 5.4 % al 6,3 % del PIB, este sigue siendo el más bajo en América [22]. El país sigue enfrentando desafíos de capacidad limitada de gasto del sistema de salud y la falta de financiamiento para mejorar la calidad de atención en estos. Se debe velar por una inversión continua y en mejora para poder abarcar estos desafíos y entre otras cosas como la desnutrición infantil.

Los fondos de fuentes públicas son captados de los impuestos al Ministerio de Finanzas Públicas y este le asigna y entrega un presupuesto anual a las instituciones públicas que prestan servicios de salud. El IGSS capta sus recursos de las contribuciones obligatorias de patronos y trabajadores asalariados, de manera mensual. Las tasas de contribución se asignan en base al sueldo y el territorio donde se encuentre, ya que no todas las instituciones en todo el país prestan los mismos servicios. Además, el Estado debe de aportar un subsidio pero se ha incumplido desde hace más de 50 años, por lo que hay una deuda considerable con el IGSS [13]. El gasto personal de los hogares de los ciudadanos se da mayormente por pago de primas de seguros. Y se ha encontrado que, aunque no es legal, las personas a través de patronos en los hospitales, pagan por servicios como alojamiento y comidas que debería de estar cubierto por el hospital que los atienden.

Los agentes públicos típicamente ejecutan un 40 % del gasto en salud en Guatemala, asignándolo a las instituciones públicas. El MSPAS administra más del 90 % de este, por lo que deja poco presupuesto para el resto de las instituciones, municipalidades y fondos sociales [13]. La asignación de recursos para el MSPAS es a través del “Plan Operativo Anual”, donde se exponen las necesidades que hay y lo que debería de recibir. No hay una fórmula o método definido para asignar un monto exacto de presupuesto, por lo que no hay manera de predecir si las necesidades de la población estarán cubiertas con lo asignado. Para la asignación de presupuesto a IGSS; se realizan estudios de mercado que establecen aranceles de precios. Los agentes privados ejecutan el resto del gasto en salud en el país, siendo mayormente los ciudadanos el aporte, seguido de las ONG y seguros privados. Estos gastos se concentran mayormente en la compra de medicamentos, exámenes de laboratorio y consultas. La cobertura de atención de salud utilizando la población hasta el 2021 en Guatemala de 16.5 millones de personas, se ve representado en la Figura 2.

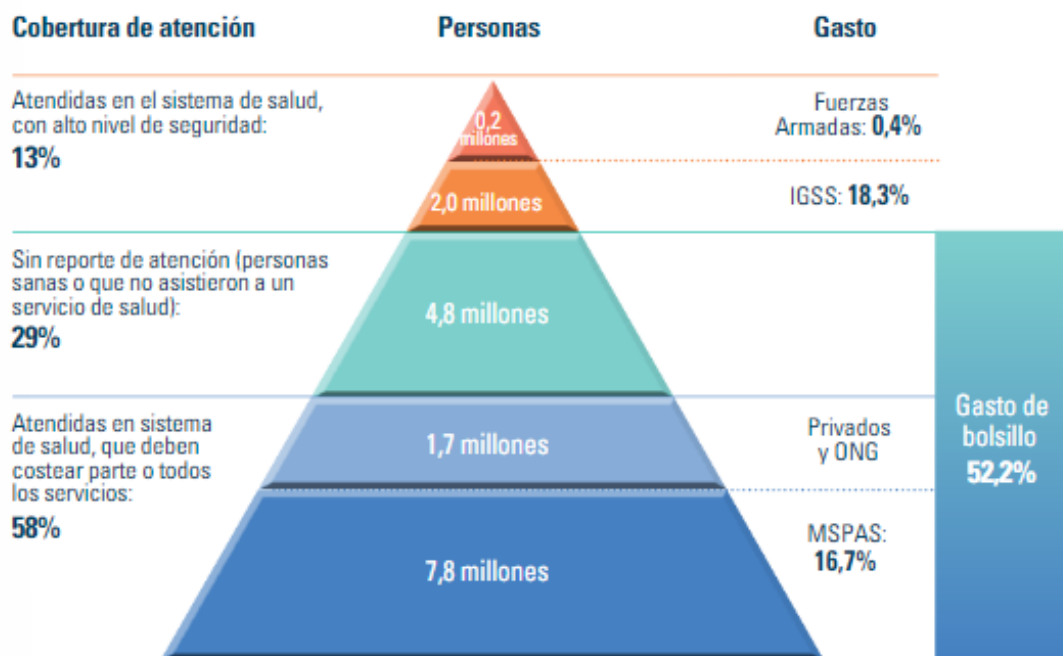


Figura 2: Cobertura de salud, población y gasto. [20]

### 6.1.3. Deficiencias

El sistema de salud de Guatemala se enfrenta con falta de transparencia, poca coordinación entre los actuadores, insuficiente inversión, poca gestión y supervisión, entre otras cosas que hacen al sistema extremadamente deficiente. Los recursos destinados al sector de salud no son totalmente verificables en la manera en que fueron invertidos. Esto limita la supervisión y no se pueden rendir cuentas ni a la sociedad ni a las instituciones encargadas de fiscalizar. La falta de personal provoca que las tareas no sean asignadas de la mejor manera y ocurre una distribución ineficiente de los recursos disponibles. Y la poca inversión obliga a los guatemaltecos a tener que gastar en su propia salud, aumentando la brecha de pobreza en el país [21].



La desigualdad en el acceso a servicios de salud se da especialmente en áreas rurales a comparación de las urbanas. Los grupos más vulnerables de la población tienen acceso limitado a servicios de calidad, ya que no todos los servicios llegan a donde habitan. El gobierno y su gestión debería de mejorar los problemas de coordinación entre las instituciones y trabajadores del sistema de salud. Tampoco se cuenta con participación de la sociedad civil, por lo que no hay promoción de la salud y no están enterados de una buena planificación para la salud integral. Incluso, no se tienen regulaciones y protocolos verificables para el público nacional o de algún estándar internacional, por lo que se asume que no hay en existencia. La poca preparación al personal provoca que haya desafíos de índole de urgencia a solventar en el sistema de salud en el país. [13]

## 6.2. Control de dispositivos médicos

### 6.2.1. Tipos de dispositivos médicos

Las tecnologías para la salud son esenciales para tener un sistema funcionando, ya que los dispositivos médicos son cruciales para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades [23]. La Food and Drug Administration (FDA) ha clasificado en 16 especialidades todos los tipos de dispositivos hospitalarios y de acuerdo a su nivel de control se dividen en 3 clases [24].

- Clase I: son dispositivos médicos de bajo riesgo para el paciente, por ejemplo guantes, termómetros y vendajes simples.
- Clase II: equipo con riesgo moderado y más interacción con el paciente por lo que necesita más parámetros de seguridad y demostración de efectividad, como lo son los electrocardiógrafos, desfibriladores e implantes dentales.
- Clase III: comprende los dispositivos médicos de alto riesgo y deben de pasar por varios filtros de seguridad y demostraciones de eficiencia ya que son de apoyo total para la salud del paciente, y si llegaran a fallar podría resultar en ser mortal. Algunos de estos pueden ser los marcapasos cardíacos, stents vasculares, implantes, entre otros.

Como el FDA, hay más entes regulatorios que se enfocan en los procesos de aprobación en la creación de dispositivos. En Guatemala, existe un departamento de la MSPAS que es encargado de ver todo lo relacionado a certificación y regulación de dispositivos llamado "Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud"(DGRVCS) [25]. Su función principal es la acreditación y control de establecimientos de salud en el país para que cumplan con requisitos tanto de infraestructura como con personal adecuado y que tengan sus equipos propiamente registrados.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) publicó una lista de los dispositivos médicos prioritarios que todo sistema de salud en Latinoamérica debería de contar. Al poder priorizar estas herramientas, todos los niveles de atención pueden brindar mejor atención al administrar más eficientemente sus recursos. En total de los dispositivos médicos propuestos, hay básicos que no se pueden dejar de adquirir y se dividen en las siguientes categorías, incluyendo unos ejemplos de cada uno [26]:

Cuadro 1: Clasificación de dispositivos médicos que se encuentran normalmente en los hospitales.

Categoría	Dispositivo médico
Accesorios y consumibles	Brazales para medición de presión, cables y electrodos para ECG, flujómetros, reguladores de oxígeno, gel electrolítico, papel para imágenes médicas, circuito para ventiladores.
Equipo de protección y vestimenta	Almohadas, batas médicas, guantes estériles, mantas, mascarillas quirúrgicas, vestimenta de bioseguridad.
Equipo médico	Aspiradores, básculas, bombas de infusión, electrocardiógrafo, esfigmomanómetro, estetoscopio, humidificador, pulsioxímetros, delantal de plomo, guantes plomados.
Instrumental	Bandejas de acero inoxidable, bisturís con cuchillo, clamps, espéculos, forceps, lupas, set de instrumentos quirúrgicos.
Mobiliario médico	Armarios de uso general, camillas, bastones, sillas de ruedas, carritos para procedimientos, muletas, silla giratoria, taburetes, sillas giratorias.
Descartables	Varios tipos de agujas, algodón, anticonceptivos, antisépticos, cánulas, catéteres, hisopos, pañales, pruebas de embarazo, sondas, kit de suturas, toallas, vendaje, paletas de madera.

## 6.3. Mantenimiento a dispositivos médicos

### 6.3.1. Tipos de mantenimiento requeridos

El mantenimiento de dispositivos médicos se divide mayormente en dos categorías: mantenimiento de inspección y preventivo (MIP) y mantenimiento correctivo (MC). MIP incluye todas las visitas agendadas con anticipación para asegurar la funcionalidad del equipo y prevenir que deje de funcionar. Las comprobaciones de funcionalidad e inspecciones de seguridad son procedimientos necesarios para garantizar la seguridad de la salud del paciente y del equipo. Por otra parte, el mantenimiento preventivo (MP), se refiere a las citas para hacer procesos más complejos para extender la vida del aparato como calibraciones, cambio de piezas, lubricación, limpieza, entre otros. El MP puede llegar a ser invasivo para el dispositivo por lo que se debe asegurar que haya una inspección muy minuciosa y buena para asegurar que los dispositivos médicos sigan funcionando de la mejor manera posible [23]. La mayor diferencia entre los 2 tipos de mantenimiento es la regularidad con la que se hace, ya que el MIP debería ser periódicamente dependiendo de las especificaciones del equipo y el MP debería ser máximo 2 veces al año típicamente.

Hay 3 niveles de tipos de personas que pueden realizar los mantenimientos a los equipos médicos. El nivel 1 es para usuarios, refiriéndose al personal médico que labora en los hospitales, y su labor es simplemente limpiar el equipo superficialmente sin abrirlo siguiendo todas las medidas de bioseguridad. El nivel 2 son técnicos especializados en el equipo y se sugiere llamarlos cuando el funcionamiento del dispositivo no es óptimo o cuando el chequeo de los 6 meses de aproxime. El último nivel 3, es especializado donde se involucran técnicos o ingenieros ya que es para equipos más complejos como resonancias magnéticas y tomografías

computarizadas [27]. En Guatemala por el momento el nivel 2 y 3 son personas empleados por los proveedores y ajenas a los hospitales, ya que estos no cuentan con un departamento de mantenimiento de equipo biomédico oficial.

### 6.3.2. Errores típicos en el mantenimiento

Existen errores típicos en el mantenimiento de dispositivos biomédicos en los hospitales que pueden afectar la funcionalidad de los equipos y llegar a comprometer la calidad de atención médica de los pacientes. La falta de recursos tanto humanos y económicos son la problemática más grande y común. Los hospitales no tienen la capacidad de adquirir piezas de repuesto, contratar personal entrenado y hacer los mantenimientos en los periodos adecuados. La limitación de inversión puede provocar retrasos en arreglos técnicos, aumento de inactividad de un equipo y dejar de atender a pacientes que en última instancia, provoca falta de atención y seguridad del paciente [28].

La educación recibida por el personal médico en los hospitales nacionales es insuficiente para poder operar los equipos médicos que ellos usan a diario [1]. La carencia de programas de formación para el buen uso de los dispositivos puede llevar a prácticas inadecuadas y mantenimientos más costosos. Además de operacional, esto puede incluir conocimiento sobre cómo darle una buena limpieza, calibración y manejo de emergencias. Sin estas capacitaciones se puede dar lugar a daños accidentales en el equipo, fallas en su funcionamiento y riesgos para la seguridad del paciente. Para evitar esto, es crucial tener un presupuesto asignado para la capacitación continua al personal médico y tener un equipo de mantenimiento fijo en cada hospital.

Tener planeado un sistema para los mantenimientos de los dispositivos médicos debería ser de las prioridades de cualquier hospital. Un plan de mantenimientos bien estructurado asegurará el buen funcionamiento de los equipos y aumentará la confianza en la tecnología médica, aumentando la eficiencia y calidad de atención brindada al paciente. Entre este plan, se debe de tener mantenimientos preventivos agendados, manejo de gastos y costos y tener procesos bien estructurados y regulados para asegurar que la vida útil del dispositivo sea lo más larga posible [29]. La mala operación de su totalidad al tratar un dispositivo puede disminuir la vida útil del mismo entre un 50 % a 80 %. De esto, la falta de estandarización en los procesos de adquisición de repuestos, es responsable de impactar negativamente el valor total del equipo de entre un 30 % a 50 %. Además, la omisión de mantenimientos periódicos directamente contribuye con un porcentaje adicional significativo, situándose entre el 25 % y 30 % adicional. [30]

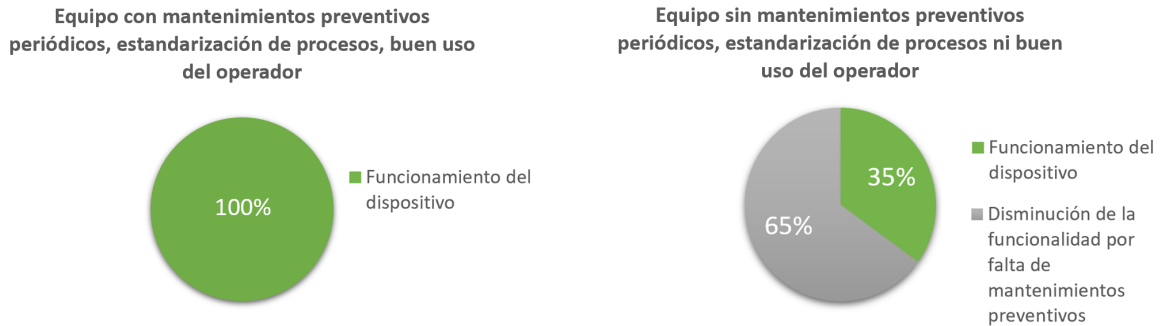


Figura 3: Cambio de la funcionalidad del dispositivo con mantenimientos vs. sin mantenimientos y otros cuidados. [30]

### 6.3.3. Manejo de conocimientos previos requeridos

Para tener un cronograma de mantenimientos para equipo médico exitosos y funcional, debe incluir 3 factores críticos: inventario, metodología y recursos. El inventario en el programa de mantenimiento es el punto de partida para tener un registro completo y actualizado de todos los dispositivos en un hospital. Este debe de contener información detallada de cada equipo como su nombre, número de serie, fecha de adquisición y ubicación física del área del hospital donde estará. Mantener un inventario actualizado y preciso permite el control de los equipos y facilita una buena planificación de los mantenimientos. Además, este aporta información de los repuestos que deberían de tener en existencia y no gastar en otros innecesarios, por lo que se pueden tomar mejores decisiones [23]. La metodología del programa de mantenimiento es esencial para garantizar que se cumpla la planificación y ejecución de las actividades agendadas. Deben de seguir procesos estructurados que incluyen objetivos, identificación de tareas a realizar, la determinación de la frecuencias de mantenimientos y las responsabilidades del personal hospitalario y de los proveedores. Lo más importante a incluir son las normas a seguir y regulaciones adecuadas puestas por los estándares internacionales de salud, para mejorar las buenas prácticas de cualquier hospital. Al seguir al pie de la letra la metodología se asegura consistencia y calidad de la ejecución de las actividades de mantenimiento, contribuyendo a la optimización de los equipos médicos [23]. Los recursos deben de ser asignados al programa de mantenimiento es de suma importancia para la ejecución total. Para ello, se debe de tener personal informado y capacitado en cómo administrar al personal y los fondos financieros. Se debe asegurar que haya suministros adecuados de repuesto para reparaciones y reemplazos. A la vez, un plan de pago para los proveedores asegurará que los mantenimientos preventivos se cumplan y las reparaciones se realicen cuando deban de ser necesarias. Una preparación adecuada de los recursos brinda un programa eficiente de mantenimientos, maximizando disponibilidad y alargando la vida útil de los equipos biomédicos [23].

## 6.4. Procesos burocráticos en hospitales guatemaltecos

### 6.4.1. Procesos de compra y adquisición de dispositivos

El Decreto 46-2016 de la Ley de Contrataciones del Estado en Guatemala es el más reciente en cuanto a regulación, procedimientos y normas que deben de seguir las instituciones públicas al hacer contrataciones. Sus objetivos principales son la libre competencia, igualdad de oportunidades, transparencia y eficiencia. Además, establece lo que se debe de cumplir por tipo de contrataciones, licitaciones, cotizaciones y cómo designar el concurso de precios [31]. El Código de Salud en Guatemala son las disposiciones legales que tanto centros privados como públicos deben de seguir. A la vez, se incluyen los derechos y deberes de los pacientes, como la confidencialidad con la que se trató su información, acceso equitativo para todos y consentimientos informados. El papeleo a incluir a la hora de obtener productos y servicios de salud están bien detallados como información acerca del fabricante, métodos de importación, medicamentos, alimentos y otros insumos relacionados. También se establecen normativas para la autorización de establecimientos y profesionales de la salud [32].

### 6.4.2. Procesos para reparaciones

El Acuerdo Ministerial No. 419-2014 establece que los profesionales de salud son responsables en reportar a sus superiores de alguna falla de los dispositivos médicos en Guatemala. Sin embargo, no se tiene un proceso de cómo reportar estas fallas, dejando a los directivos de cada hospital a su disposición cómo realizar este procedimiento [33]. Los departamentos de mantenimiento de los hospitales nacionales no son de Ingeniería Biomédica, por lo que sus conocimientos pueden llegar a estar limitados ante los reportes de fallos de los equipos. Debido a esto, se tienen reportes de tiempos prolongados de espera de reparación a los equipos. Y por ello, actualmente los hospitales deben de tercerizar con los proveedores del dispositivo la reparación de los mismos [1].

## 6.5. Hospital Materno Infantil Juan Pablo II

Cáritas Arquidiocesana en Guatemala es una organización humanitaria y de desarrollo social que forma parte de la red global Cáritas Internationalis. Su misión es promover la solidaridad en el ámbito local, sirviendo de apoyo a las personas en situación de vulnerabilidad. Trabaja en conjunto con instituciones gubernamentales, iglesias locales y otros actores sociales que velan por el bienestar de toda la comunidad. Además de la ayuda, se enfocan en promover el desarrollo integral de las comunidades mediante programas de educación y capacitación. El Hospital Materno Infantil Juan Pablo II [4] administrado por la fundación de asistencia social del Arzobispado de Santiago de Guatemala, es un programa de Cáritas Arquidiocesana [34].



Figura 4: Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.

El Hospital Materno Infantil Juan Pablo II durante casi 40 años ha brindado servicios integrales de necesidad hacia la población guatemalteca. Por su ubicación en el departamento de Guatemala, atienden a personas de todos los municipios del departamento y sus alrededores. Mayormente atienden a niños en las áreas de pediatría general, emergencias, consultas de especialidades pediátricas, odontología y a embarazadas con los servicios de ginecología y obstetricia. A la vez, cuentan con servicios para toda la familia como nutrición, oftalmología, laboratorio, radiología, entre otros. A las personas que llegan del interior del país, se les ofrece albergue mientras el paciente es atendido. Más allá de los servicios inmediatos de salud que ofrecen, su misión es apoyar con la promoción de salud y educación integral [35].

El Hospital Juan Pablo II tiene tecnología de vanguardia, con infraestructura moderna y está bien equipado para adaptarse a las altas demandas médicas requeridas. Para el 2021 se atendieron a 46,690 pacientes en el área de pediatría y 10,859 mujeres en el área de maternidad y ginecología. Además, en exámenes y radiología se prestaron más de 69,000 servicios. A través de un modelo de financiamiento mixto ya que cuentan con fondos estatales, donaciones y ayuda de las ONG, pueden brindar servicios a la población guatemalteca de manera gratuita [35]. Hasta el 2023 en el hospital, el departamento de *Dependencia de Subdirección* está a cargo del reporte de fallos técnicos de los dispositivos médicos de todas las áreas, esta cae debajo de *Dirección de Administración Financiera* como se observa en la Figura 5.



Figura 5: Organigrama del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II. [34].

### 7.1. Identificación de necesidades del inventario

#### 7.1.1. Evaluación del inventario inicial

Como primer paso se evalúa el inventario actual de los dispositivos médicos del hospital (si existe) donde la meta debe de ser analizar la organización los dispositivos. Si ya se cuenta con un inventario, se revisa cómo están organizados los dispositivos, si cuenta con sistema de codificación y cada cuánto es actualizado el mismo. Al hacer esta evaluación se identifican las oportunidades de mejora dentro la información contenida en el inventario. Esto puede llevar a la optimización de la organización, la actualización de registros obsoletos y a la incorporación de nuevos métodos tecnológicos para la gestión del inventario.

Posteriormente se debe evaluar los datos contenidos para cada dispositivo médico como la marca, descripción, modelo, localización, número de serie, fecha de adquisición, etc. La ubicación y la cantidad de los mismos debe de ser verificada con visitas físicas a cada área del hospital para conocer la cantidad real del equipo y dónde se encuentran. En estas mismas visitas se verifica el estado de funcionamiento de cada dispositivo; la verificación incluye indicar si está en buen estado, ha tenido mantenimientos recientemente, si presenta fallas o está a la espera de una reparación. Obtenida toda la información mencionada precisamente, se analizan los datos, tendencias y áreas críticas que requieran atención. Por último, se planifica un plan de acción para obtener un nuevo y mejor inventario para cubrir las necesidades encontradas para el personal de salud.



### 7.1.2. Elaboración del nuevo inventario

Con base en la información que se obtiene con el inventario actual, se definen herramientas para llevar un registro más fácil y los datos necesarios que debe de llevar el nuevo registro. Identificar herramientas adecuadas para la gestión del inventario, que sean fácil de usar para el personal y presente la información de una manera útil; por ejemplo, Microsoft Excel (Microsoft Inc., CA, USA) es un programa de fácil manejo y se puede crear base de datos de una manera ordenada. La información más importante para incluir en el nuevo inventario es: identificador único, descripción, modelo, número de serie, ubicación, proveedor de mantenimiento, encargado dentro del hospital, estado de funcionamiento, fecha de última revisión, etc. Para la continuidad de un inventario actualizado, se debe de capacitar al personal encargado de este para registrar nuevos equipos en la herramienta escogida de gestión.

Se deben de planificar visitas regulares a todas las áreas del hospital para realizar el inventario. Para facilitar y no interrumpir trabajos o uso de los dispositivos con pacientes, se debe de establecer un cronograma claro para coordinar fechas y horas con los encargados pertinentes de cada área. Durante las visitas, se verificará la presencia de los dispositivos y se registrará la información pedida utilizando la herramienta de gestión del inventario. Si en caso hubiera equipo faltante, en necesidad de mantenimiento o para dar de baja, se debe de reportar a la persona encargada y ésta hará el proceso pertinente. La actualización de la base de datos del inventario debe ser realizada en tiempo real o durante cada visita, por lo que estas se deben de programar periódicamente. Al concluir con cada visita se debe de revisar que los datos ingresados sean correctos y si falta algún dato, regresar a corroborarlo.

## 7.2. Entrevistas

El propósito de realizar entrevistas es evaluar la satisfacción actual de los trabajadores con diferentes roles dentro del hospital e identificar áreas críticas para mejorar. La información recolectada es fundamental para mejorar la calidad de los servicios y la eficiencia de los distintos procesos que se llevan a cabo en el hospital. Los participantes que se seleccionan son los encargados de los dispositivos médicos en cada área del hospital. Estos son los responsables de tener inventariado el equipo, cambio de ubicación, reportar cuando presenta fallas o necesita mantenimiento.

Las entrevistas se llevan de manera individual y confidencial para crear un entorno en el que se pueda conseguir opiniones, anécdotas y preocupaciones para posteriormente tener un análisis satisfactorio. Estas son grabadas y escritas con el consentimiento informado (Figura 24) del participante para una buena documentación. Durante las entrevistas, se realizan las siguientes preguntas estructuradas y generalizadas para que funcionen en cada área del hospital. Las preguntas son:

- Nombre del encargado/a
- Cargo/departamento
- ¿Cuánto tiempo llevan trabajando en el hospital?

- Durante el tiempo que lleva aquí, ¿se ha arruinado algún equipo mientras lo está usando? o ¿ha querido usar un equipo y no pudo porqué estaba en mal estado?
- ¿Qué tan seguido le pasan estas situaciones?
- Normalmente, ¿estas fallas se observan más en equipo grande o que usan con mayor frecuencia o en cualquiera?
- Cuéntenos alguna experiencia que le haya pasado con alguna de estas situaciones
- ¿Llevan algún registro de las veces que utilizan el equipo?
- Antes de utilizar los equipos, ¿les dan algún tipo de entrenamiento o ustedes aprenden a usarlo por su cuenta?
- ¿Saben en dónde están los manuales de los dispositivos o si estos existen dentro del hospital?
- ¿Sabe si existe algún procedimiento para cuando un equipo presenta fallas? Si sí, ¿cuál es?
- ¿Existe alguna persona encargada del mantenimiento periódico de los equipos?
- ¿Considera necesario que exista una persona encargada de revisar los equipos constantemente para que estos no presenten fallas en situaciones importantes?
- Cuéntenos, ¿cómo sería su solución ideal para ser más eficiente el proceso de arreglar los equipos?
- Comentarios adicionales

Con los documentos que se obtienen se analiza a detalle las respuestas y se recopilan patrones, tendencias, necesidades y áreas de mejoras. Garantizando confidencialidad y que la información obtenida será utilizada únicamente con fines de mejora en el hospital. El análisis ayuda a determinar el punto de partida de las áreas críticas dentro del hospital que deben de mejorar.

### **7.3. Análisis de respuestas de entrevistas**

Se obtiene información interna de cómo son realizados ciertos procesos de relevancia como calendarización de mantenimientos preventivos, reporte de falla de un equipo, requerimiento de mantenimiento, adquisición de nuevos dispositivos, etc. Las respuestas se pueden compilar en un formato estructurado como en una hoja de cálculo o software de análisis de datos. Luego se categorizan las respuestas en función de áreas de interés y semejanzas. Al hacer un análisis cualitativo se identifican patrones y procesos y agrupación de similitudes.

Para saber cómo es el proceso de reporte cuando un equipo falla, en la entrevista se hace la pregunta “¿Sabe si existe algún procedimiento para cuando un equipo presenta fallas? Si sí, ¿cuál es?” para obtener una visión general de cómo es el flujo de trabajo de estos reportes. Teniendo un consenso general en todas las áreas de esta pregunta, se demuestran

ineficiencias, falta de claridad en procedimientos, problemas de comunicación interna, etc. A partir de la información encontrada se documenta debidamente, se valida y se puede buscar retroalimentación con el encargado de los dispositivos médicos de todo el hospital (si hay responsable).

## **7.4. Análisis del flujo de trabajo del hospital**

### **7.4.1. Entrevista inicial al encargado de dispositivos médicos a nivel general en el hospital**

Se entrevista a la persona encargada de apoyar a la jefa encargada de los dispositivos médicos en cada área. Esta persona es la que puede autorizar una petición de mantenimiento o adquisición de nuevo equipo ante la administración del hospital. Debido a la naturaleza de este puesto, se prepara una lista de preguntas para conocer temas relacionados con el flujo operativo y procesos hospitalarios que se desea saber más a detalle. Las preguntas realizadas son las siguientes:

- ¿Qué es lo que pasa cuando se arruina un equipo?
- Información de fichas técnicas
- Sistema de codificación existente
- ¿Quién hace la verificación física inicial cuando se arruina un equipo? ¿Cómo lo hace?
- ¿Cuánto tiempo le toma entre que reportan un fallo y la verificación inicial se lleve a cabo?
- ¿Quién hace el trámite de reporte de falla?
- ¿Qué procesos administrativos se realizan para tramitar los mantenimientos preventivos o correctivos?

Se registran las respuestas con el método descrito en la sección 7.3 para hacer entrevistas, y se documentan. El análisis cualitativo de esta entrevista inicial sirve para identificar temas clave relevantes para los procesos del hospital, identificación si existe algún tipo de codificación y de áreas de problemas y oportunidades. Con la información recopilada se crea un mapa visual sobre el flujo de operaciones del hospital. Estos diagramas ilustran cómo funcionan las diferentes áreas y procesos del hospital. A la vez, se identifican los puntos críticos que se hayan mencionado en varias ocasiones y donde surgen los problemas más significativos. Ya que se tiene presentado los resultados de manera más visual, es más fácil proponer soluciones potenciales que sean implementables en el hospital abarcando los problemas críticos. Los hallazgos y propuestas son presentados a la encargada respectiva para retroalimentación y mejorar las soluciones planteadas.

### **7.4.2. Evaluación del flujo de reporte de fallas de dispositivos**

De las entrevistas que se realizan a los trabajadores descritos en la sección 7.2, se encuentran generalidades que ocurren en todas las áreas. Por lo que al analizarlas, se puede determinar los pasos que sigue el hospital para el reporte de una falla de un dispositivo médico. La secuencia de pasos principales son:

- Identificación de falla
- Pedir ayuda e identificar siguiente paso con el encargado de los dispositivos médicos dentro del hospital
- Hacer el papeleo para solicitar mantenimiento o compra de nuevo equipo
- Escoger mejor opción entre varias cotizaciones
- Compra
- Esperar el mantenimiento o llegada de equipo nuevo

Además de los pasos anteriores, se identifican los actuadores principales para cada proceso en el hospital como el personal de salud, personal administrativo, personal de mantenimiento, etc. Se revisa que el diagrama de flujo incluya otros detalles como cómo se realizan los procesos descritos y que tenga coherencia. Incluir simbología, figuras y etiquetas relevantes para evitar ambigüedades. Es relevante incluir los tiempos que toma cada proceso y la transición entre procesos para dar una mejor idea de la eficiencia o ineficiencia de procesos. Ya que está detallado el diagrama de flujo actual dentro del hospital, se identifican las deficiencias de los procesos, se documentan y se proponen mejoras factibles para implementar dentro del hospital.

### **7.5. Propuesta de mejora**

Se identifican los objetivos de mejora alineados con las necesidades y preocupaciones recopiladas con las entrevistas anteriores. A los resultados anteriores se les asignan prioridad con lo más preocupante encontrado a lo que tenga menor impacto a la calidad de atención a los pacientes y la habilidad de ejecución del personal médico. Se encuentran cuellos de botella en las siguientes áreas de enfoque:

- Carencia de estructuración de un departamento de ingeniería biomédica
- Dispositivos médicos que se dañan frecuentemente
- Descarte de dispositivos
- Falta de actualización de inventario periódicamente
- Poca capacitación al personal de uso de los dispositivos

- Tiempo que toma arreglar un equipo o lo que solicita el repuesto

Dadas las áreas críticas, se desarrollan propuestas concretas para abordarlas, respetando las limitaciones y la aplicabilidad del hospital. Para cada propuesta, se incluyen acciones específicas, plazos de tiempo, objetivos y responsables. Estas deben de estar detalladas, tomando en cuenta asignación de recursos, cronograma y seguimiento de los progresos. El plan de mejora de implementación debe de ser comunicado a las personas interesadas, así se complementa con la retroalimentación que las encargadas pudieran proponer. Se obtiene la aprobación de las propuestas y se procede a la ejecución que corresponda. Se establece un sistema de monitoreo continuo para evaluar el progreso de la implementación y medir el impacto que tiene el plan desarrollado. Y se busca recopilar retroalimentación de las personas involucradas para seguir optimizando la propuesta en cada paso.

El plan de mejora es entregado al encargado de dispositivos médicos del hospital a manera de manual de usuario. El manual enfatiza las normas establecidas por los entes reguladores nacionales y recomendaciones a base de ellas. Se abordan los procesos de adquisición de los dispositivos médicos para el hospital desde la planificación hasta la calendarización de mantenimientos para garantizar que este en óptimas condiciones. En adición, se recalca la importancia de los mantenimientos preventivos y lo de un flujo de trabajo ordenado y simplificado al momento de adquirir repuestos o notificar de un fallo. Además, se explica la codificación a tener para un buen inventario, incluyendo softwares que podrían implementar en el hospital.

## **8.1. Inventario**

### **8.1.1. Inventario actual**

El Hospital Materno Infantil Juan Pablo II está conformado por 18 áreas y cada una tiene asignado un código respectivo, los cuales son:

- 01 - Odontología y ortodoncia
- 02 - Sala de Operación (SOP) Pediatría
- 03 - Emergencia (Emer.) de pediatría
- 04 - Encamamiento (Enc.) de pediatría
- 05 - Encamamiento de maternidad
- 06 - Consulta externa (COEX) maternidad
- 07 - Sala de Operación Maternidad
- 08 - Laboratorio
- 09 - Farmacia
- 10 - Escuela de enfermería
- 11 - Rayos X
- 12 - Encamamiento privado
- 13 - Especialidades

- 14 - Emergencia de maternidad
- 15 - Clínica médica de personal
- 16 - Consulta externa pediatría
- 17 - Fisioterapia
- 18 - Ambulancia

La última actualización completa del inventario de dispositivos médicos del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II fue realizada en el año 2017. Este se encontraba dividido en tres subdivisiones para cada área: código, descripción del equipo y localización del área dentro del hospital. El inventario fue elaborado en Microsoft Word (Microsoft Inc., CA, USA), por lo que su distribución, búsqueda y actualización era ineficiente. Un ejemplo de cómo se encontró el inventario se puede observar en la Figura 6.

## CÓDIGOS 02 SALA DE OPERACIONES DE PEDIATRÍA

ACTUALIZADO 15/11/2017

Código	Descripción	Localización
02-01-0801	Máquina de anestesia Prestige SN 0104-035	Almacenamiento
02-01-0802	Máquina de anestesia Ohmeda Excel 110 SE SN AMDA00367	Quirófano No. 2
02-01-0803	Máquina de anestesia Ohio 30/70 Proportioner con SN BCFG00336	Clínica Dental SOP
02-01-0804	Máquina de anestesia Ohmeda Modulus SE con SN AMFB00694	Almacenamiento
02-01-0805	Máquina de anestesia Narkomed 2B con SN 9639	Quirófano No.1
02-01-0806	Maquina de anestesia donada	
02-01-0901	Electrocauterio Valley Lab Surgistat SN A818586B-20	Quirófano No. 2
02-01-0902	Electrocauterio Valley Lab Force 2 SN 28658T 120V 9 Amp	En mantenimiento
02-01-0903	Electrocauterio AESCULAP GN 300 SN 002607	Quirófano No. 2
02-01-1001	Lámpara cialitica Skylux ACE-1 110 v 176 VA SN AC-2784 con 4 focos de 40 w con brazo de marca New Balance –o-matic	Quirófano No. 1

Figura 6: Ejemplo de una sección del inventario actual del Hospital JP II, elaborado en 2017 y actualizado en 2021.

Los códigos de 8 dígitos utilizados como identificador para cada dispositivo están divididos en cuatro partes: localización, clasificación, tipo de equipo y correlativo único. El primer par del código es para la localización de alguna de las 18 áreas del hospital. El segundo par de dígitos es la clasificación, que puede ser: 01-equipo médico, 02-accesorios de equipo y

03-repuesto/descartable del dispositivo. El tercer par es para el tipo de equipo, en donde se podría encontrar hasta el número 95, dependiendo de la clasificación del mismo (Figura 25). El cuarto par de dígitos es el correlativo del número de identificador único para cada equipo. Este último se agrega de manera manual el número correspondiente a cada dispositivo (Figura 7).

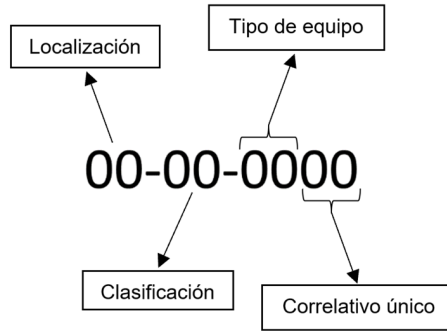


Figura 7: Codificación general utilizada en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.

### 8.1.2. Actualización de inventario

El inventario del año 2017 no contenía toda la información necesaria para ubicar de manera fácil y correcta los dispositivos en cada área. Como se muestra en la Figura 8 se agregaron nuevas celdas de información para tener información completa y necesaria. Debido a la ineficiencia de Microsoft Word, el inventario actual se trasladó a una hoja de cálculo para facilitar agregar información y una mejor búsqueda de los equipos con ayuda de filtros. En la Figura 9 se muestran las celdas agregadas en una página de cálculo con el tipo de información que se manejó. El código de colores asignado a cada dispositivo es acorde a su estado actual encontrado en el 2023, en donde: rojo es un dispositivo que fue dado de baja, amarillo es uno que funciona y todavía lo usan en el área, verde representa los equipos con algún desperfecto y los blancos no se encontraron en la visita.



Información del inventario inicial del 2017	Información en el inventario nuevo y actualizado al 2023
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Código</li> <li>● Descripción</li> <li>● Ubicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Código (separado por localización, clasificación, tipo de equipo e identificador)</li> <li>● Descripción</li> <li>● Modelo</li> <li>● Número de serie</li> <li>● Ubicación</li> <li>● Ficha técnica existente</li> <li>● Disponibilidad física</li> <li>● Donación o compra</li> <li>● Proveedor de mantenimiento</li> <li>● Jefe encargado dentro del hospital</li> <li>● Etiqueta visible o no</li> <li>● Funcionamiento (para dar de baja, presenta fallas o está en perfecto estado)</li> <li>● Comentarios adicionales</li> </ul>

Figura 8: Comparación de información del inventario inicial del 2017 vs. el inventario nuevo del 2023.

Localización	Clasificación	Tipo	ID	Descripción	Modelo	Marca	No. de Serie	Ubicación	Ficha técnica al 2023 (1 si 0 no)	Existencia física al 2023 (1 si 0 no)	Donación o compra	Estado	Proveedor de mantenimiento	Encargado dentro del hospital	Puesto que ocupa	Fecha de elaboración de la ficha	Etiqueta 0-no 1-si 2-sticker a mano	Funcionamiento 0-dar de baja 1-perfecto funcionamiento 2-funciona con fallas	Comentarios	
07	01	08	07	Máquina de Anestesia Ohmeda Excel 210 SN AMAX001194. Stock Number! 1002-9042-000, incluye vaporizador de isoflurano marca Datex-Ohmeda Isotec 5 con SN SCVA00800, vaporizador de sevoflurano con SNBCYW00884 marca ohmeda	Excel 210	Ohmeda		Quirófano Maternidad	ficha técnica	1	compra	en servicio	Otto Federico Vasquez	E.P. Marta Romero		2017				se mandó a bodega
07	01	09	05	Electrocauterio SS-200E marca WEM SN HAB 0002458 100-240 VAC 50/60 Hz incluye pedal más cable para conexión eléctrica, incluye pedal con SN 81164901001050	SS-200E	WEM		Quirófano Maternidad	ficha técnica	1	compra	en servicio	Servicios Quirúrgicos	E.P. Kimberly Fuentes		2017	0	1		
07	01	77	02	Incubadora marca Isolette Infant Incubator, Air Shield Vickers, Modelo C100/ 200- 2 Serie 01, con SN NK12524, 120 V, 60 hz y 350 W.	C100/200-2	AirShield Vickers		Sala de neonatos	ficha técnica		compra	en servicio	Casa Médica	E.P. Kimberly Fuentes		2017				escrito está que se pasó del 07-01-8602 a 07-01-7702. cree que está en bodega
07	01	12	14	Monitor de signos vitales marca Mindray Umec 12 con SN KQ-85024851	Umec 12	Mindray		Sala de Operaciones Maternidad	ficha técnica		compra	en servicio	Casa Médica	E.P. Kimberly Fuentes		2020				

Figura 9: Ejemplo de cómo se mira una hoja de cálculo de un área del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II luego de la actualización de inventario.

Se realizó una comparación con el número de dispositivos que deberían de estar según el inventario del año 2017 frente a los encontrados en la actualización de inventario en el año 2023. Como se observa en la Figura 10, se presenta la cantidad de dispositivos en el inventario anterior en comparación de los del inventario actual al 2023 y el estado de funcionamiento de cada uno. Al realizar las verificaciones físicas en cada área, se encontraron equipos que aún estaban en uso, otros que fueron dados de baja, otros que no se encontraron y dispositivos nuevos agregados. Las áreas que tienen un asterisco en su título son áreas que no se les hizo revisión física. Se revisaron las áreas: Odontología, Sala de Operaciones (SOP) de Pediatría, Emergencia (Emer.) de Pediatría, Encamamiento (Enc.) de Maternidad, Consulta Externa (COEX) de maternidad, Sala de Operaciones de Maternidad, Especialidades, Emergencia Maternidad y Consulta Externa Pediatría.

	2017	2023				Total
	En uso	En uso	Para dar de baja	Ya no se usa o no se encontró físicamente	Equipo nuevo	
Odontología y Ortodoncia	62	23	17	22	2	64
Sala de operación de pediatría	92	51	14	27	17	109
Emergencia de pediatría	61	18	6	37	17	78
Encamamiento de pediatría*	103	103	0		0	103
Encamamiento de maternidad	18	5	1	7	10	23
Consulta externa maternidad	9	3	0	8	4	15
Sala de operaciones de maternidad	27	19	13	21	8	61
Laboratorio*	49	49	0	0	0	49
Farmacia*	2	2	0	0	0	2
Escuela de enfermería*	3	3	0	0	0	3
Rayos X*	9	9	0	0	0	9
Encamamiento privado*	6	6	0	0	0	6
Especialidades	45	19	0	26	8	53
Emergencia de maternidad	12	1	1	11	0	13
Clínica médica de personal*	11	11	0	0	0	11
Consulta externa pediatría	51	3	7	41	0	51
Fisioterapia*	6	6	0	0	0	6
<b>Total</b>	<b>566</b>	<b>656</b>				

Figura 10: Inventario del 2017 vs 2023.

En seis años, cada área tuvo cambios en los dispositivos que usaban ya sea por nuevas adquisiciones o porque se tuvieron que dar de baja. El 36% de los equipos de Odontología siguen en uso, mientras que un 61% fue dado de baja o ya no se usa en el área. SOP de pediatría presentó el mayor número de dispositivos que todavía existen y están en uso de todas las áreas. Emergencia de Pediatría presenta que el 55% de sus dispositivos fueron retirados o ya no son usados, aunque tiene el número de nuevos adquiridos más alto. Otro cambio que hubo fue el movimiento físico de lugar de las áreas de Enc., COEX y Emer. de Maternidad. Debido a esto, la encargada comentaba que era probable que algunos equipos no estuvieran en el espacio asignado anteriormente, por lo que las tres áreas presentan un alto número de equipo que no se encontró físicamente. A la vez, la jefa de Maternidad comentó que en su tiempo laborando en el hospital, hubo nuevas adquisiciones por la alta

demanda de atención y no por fallas técnicas, en su mayoría. SOP de Maternidad al ser más grande, fue el área con más dispositivos que estaban en el lugar para dar de baja o con fallas, dificultando el espacio de trabajo de los colaboradores. Especialidades y COEX de Pediatría son áreas que a lo largo del tiempo se han ido reduciendo por las expansiones de otras áreas. Especialidades mantiene una alta cantidad de equipo en uso y adquirido, mientras que para COEX de Pediatría, el 41 % presentaba una falla o no se encontró en el área.

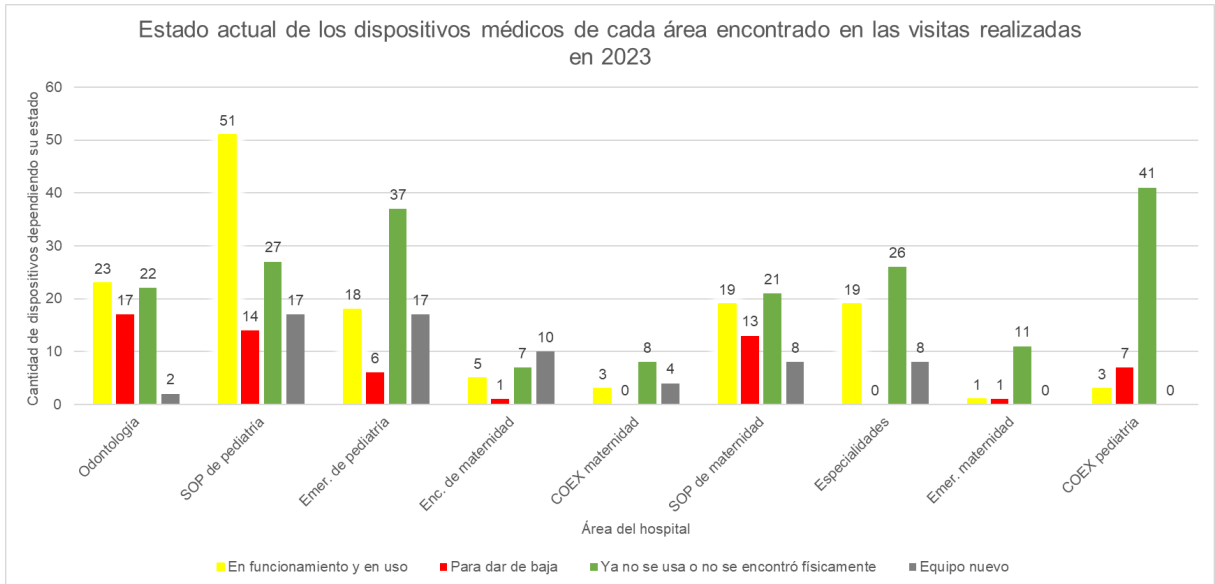


Figura 11: Estado de los dispositivos encontrados en la verificación del 2023.

Se muestra gráficamente el total de dispositivos del año 2017 en comparación de los encontrados en el año 2023 (Figura 12). En todas las áreas hubo un incremento a lo largo de seis años de equipo médico; siendo Emergencia de Pediatría el área con más incremento y el área no creció fue COEX de Pediatría. Las áreas de Pediatría y Maternidad en general fueron las más altas de adquisición nueva de dispositivos, con un 34 y 22 respectivamente. Esto es debido a que ambos son los sectores más vitales y concurridos del hospital, ya que se especializan en mujeres embarazadas y pediatría. El resto de variaciones se dio por equipos dados de baja o que no se encontraron en el lugar al momento de realizar la actualización.

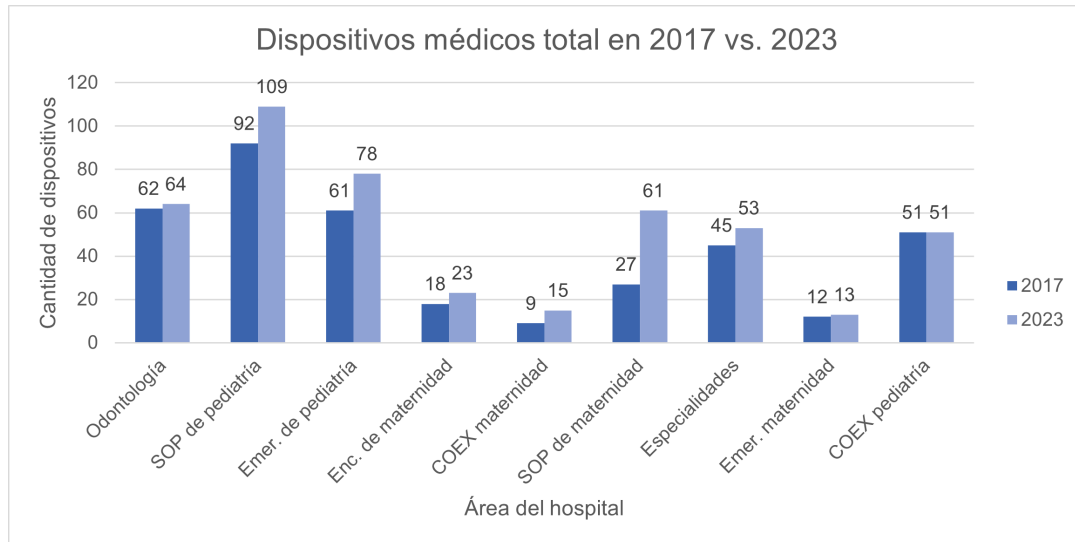


Figura 12: Cantidad de dispositivos encontrados en el año 2017 vs. año 2023.

Se anticipaba que el número de dispositivos médicos total en el año 2023 y 2017 variara por el número de dispositivos nuevos agregados en la actualización del inventario. Es decir, la resta de los dispositivos encontrados menos los nuevos agregados debió haber sido el total escrito en el 2017. Al realizar un buen inventario, se espera que la información tabulada manual o digitalmente al ser comparada con una revisión física, concuerde sin importar el año que se haga. La cantidad de dispositivos esperados para cada área representa el número de dispositivos que se esperaba encontrar en cada área a partir de la información del inventario del 2017. En las áreas de Odontología, Sala de Operaciones de Pediatría, Emergencia de Pediatría, Especialidades y Consulta Externa de Pediatría, se encontró la misma cantidad de equipos médicos en ambos años. Como se mencionaba anteriormente, todas las áreas de Maternidad tuvieron nuevas adquisiciones que resultó en un incremento del 27% en el total de sus dispositivos total, siendo SOP de Maternidad el área con mayor equipo nuevo (Figura 13). Sin embargo, no se toman en cuenta los dispositivos que fueron dados de baja, solo el total del inventario anterior comparado al más reciente.

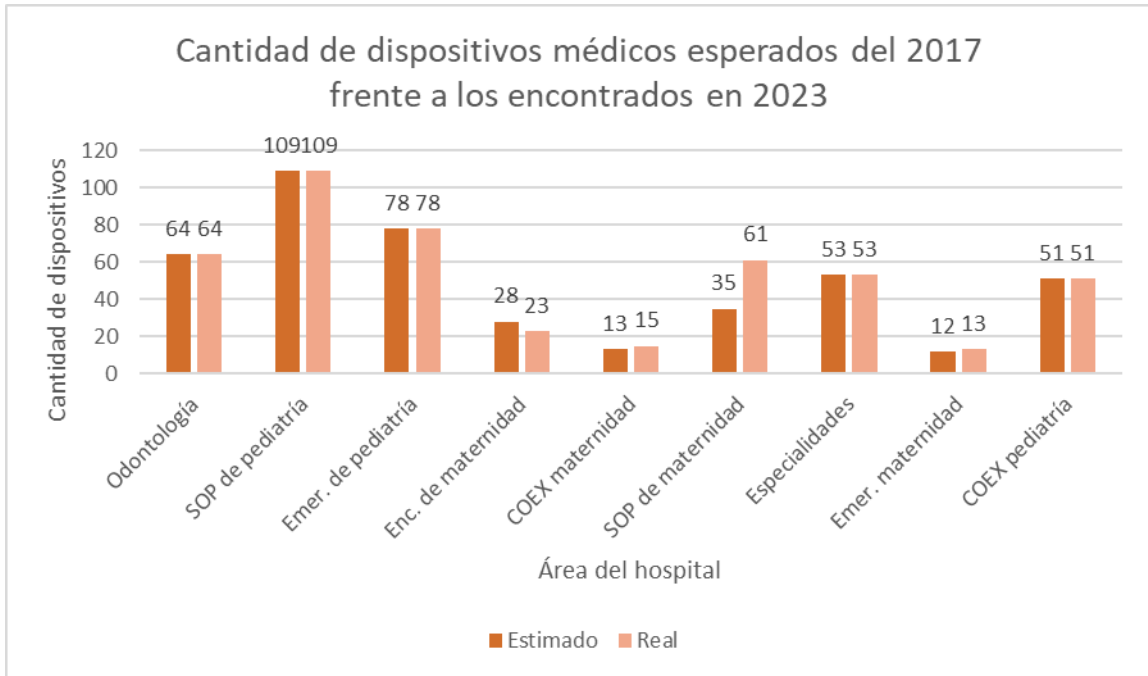


Figura 13: Dispositivos médicos esperados acorde al inventario del 2017 frente a los encontrados en el 2023.

Se estimaba que la cantidad de dispositivos nuevos adquiridos entre 2017-2023 fuera mayor de los que fueron dados de baja en este período en todas las áreas del hospital. En las áreas de SOP de Pediatría, Emer. de Pediatría, Enc. de Maternidad, COEX de Maternidad, Especialidades y Emer. de Maternidad el número de dispositivos nuevos agregados fue mayor a la cantidad de los que se dieron de baja. Sin embargo, en las áreas de Odontología y Ortodoncia, SOP de Maternidad y COEX de Pediatría el número de equipo nuevo adquirido es inferior al que se dio de baja (Figura 14). Tanto para las áreas de Maternidad como de Odontología, las encargadas comentaban que no solo los dispositivos se daban de baja por mal funcionamiento si no que, también por obsolescencia. Hay equipos que ya incluyen lo que antes eran varios aparatos por aparte en uno solo, o mejoramientos de uso que los operadores optan por usar. En adición, en Maternidad hubo ampliaciones y cambios de lugar de las áreas, por lo que algunos dispositivos pudieron quedarse en otra área de la que estaba descrita en el inventario pero la encargada la tiene registrada como "de baja".

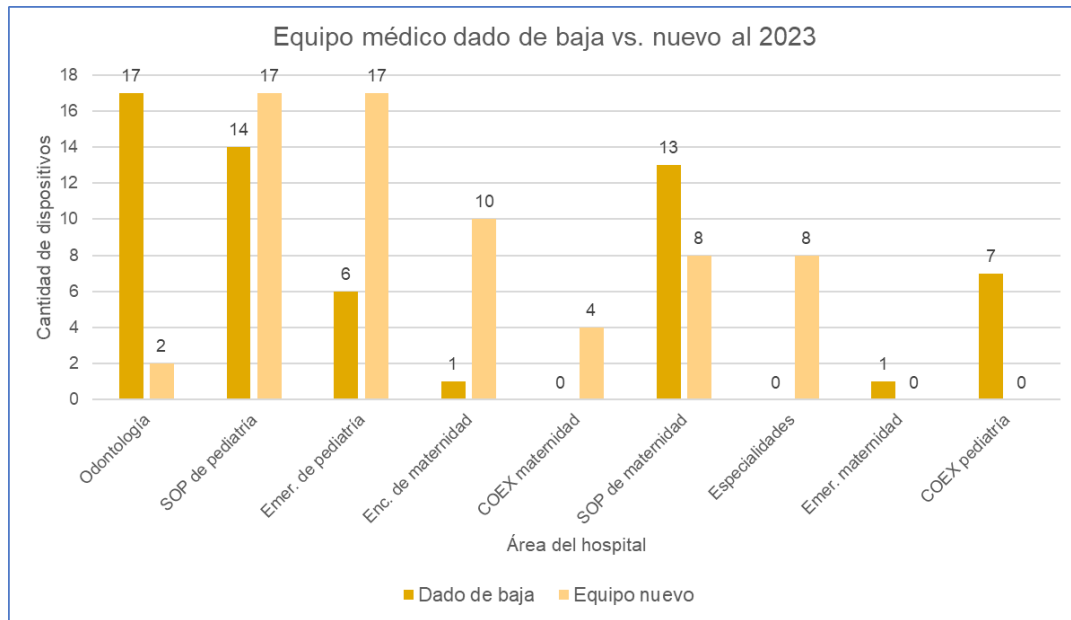


Figura 14: Dispositivos dados de baja vs. nuevos adquiridos en el período 2017-2023.

En la revisión física a las áreas correspondientes para actualizar la información del inventario, se encontraron dos escenarios. Habían dispositivos con y sin etiqueta que estaban inventariados y equipos sin etiqueta que no estaban en el inventario. La Figura 15 describe ambos procesos a seguir cuando se encontraba un equipo con y sin etiqueta. Cuando no se contaba con una etiqueta, había que guiarse con la información física para identificar el dispositivo y posteriormente, buscarlo en el inventario general, no solo del área donde se encontraba. Si había una descripción que coincidía, se anotaba que sí estaba el dispositivo pero que no tenía etiqueta. Para los que no se encontraban en el inventario, se añadía como nuevo y se llenaba la mayor cantidad de información posible únicamente con el dispositivo físico ya que no se proporcionó alguna ficha técnica o factura de compra.

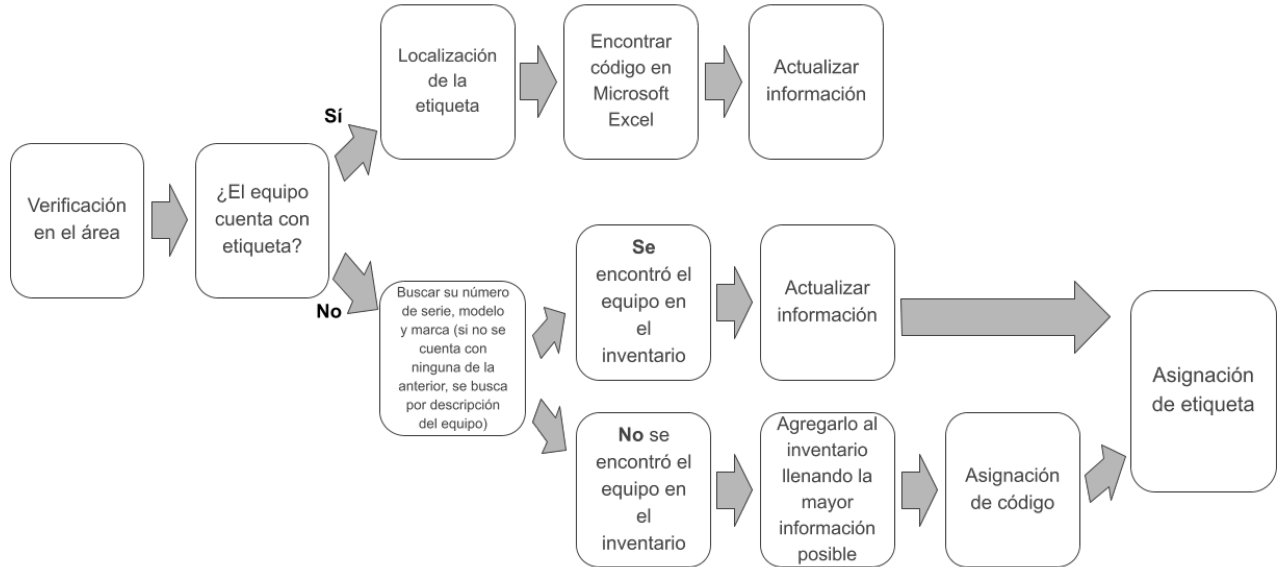


Figura 15: Proceso si el equipo se encontraba con etiqueta vs sin etiqueta.

## 8.2. Identificación de procesos del hospital

Se entrevistó al licenciado encargado de todos los dispositivos médicos del hospital, que ocupa el puesto de dependencia de subdirección y ha estado 7 años en el hospital. Además de este cargo, el licenciado también es jefe de farmacia, por lo que los equipos médicos no son su única responsabilidad. Posteriormente se entrevistaron a 4 encargadas de 4 diferentes áreas del hospital: Enfermería, Maternidad, Sala de Operaciones y Odontología. Se empezó preguntándoles su cargo de dentro del hospital y cuánto tiempo lleva trabajando en el mismo [Anexo 1]. En el desarrollo de las siguientes preguntas se abordaron situaciones de problemas técnicos con algún dispositivo, la frecuencia de estos y si hay un patrón del tipo de equipo que presenta desperfectos. Todas las encargadas han experimentado al menos alguna incidencia de falla y han tenido que reportarlo al encargado. Se destacó que los dispositivos que más problemas presentan son los monitores de signos vitales, módulos térmicos y turbinas odontológicas. [Anexos 2, 3, 4]

Las encargadas de área han experimentado fallas de equipos que están en uso con un paciente, y los procedimientos han tenido que ser interrumpidos o hasta cancelados si no hay una máquina similar para reemplazar la defectuosa [Anexo 5]. Las fallas prevenibles que pudieran evitarse con cumplir con los mantenimientos preventivos del equipo va de la mano con la falta de registro de las veces de uso que se la da a estos [Anexo 6], ya que no se tiene un récord del mismo. El personal entrevistado ha recibido capacitaciones de prácticas correctas al utilizar los dispositivos médicos de parte de los proveedores. Inclusive, hay iniciativas de algunas áreas que cuando una persona no pudo asistir a estos talleres, se les graba un video para que lo puedan ver después [Anexo 7]. Estas capacitaciones han sido en su mayoría únicamente de cómo utilizar el equipo, no hay alguna directriz de cómo solventar fallas menores o cómo dar un buen uso al manual de usuario [Anexo 8].

Hay una concordancia del proceso para reportar fallas y/o solicitar mantenimiento para

un dispositivo [Anexo 9]. Se puede observar este proceso en la Figura 16 que describe el flujo de reporte de falla actual en el hospital. A diferencia de las demás áreas, en Odontología la doctora encargada es la única con comunicación directa con los proveedores, las demás se abocan únicamente al licenciado encargado [Anexo 10]. Se demostró la urgente necesidad de una persona encargada exclusivamente para los dispositivos médicos del hospital. Todas las áreas lo consideran importante porque con un único encargado, se evitarían fallos en situaciones críticas al minimizar tiempos de espera para una solución y abordar problemas internos de manera más eficiente. [Anexo 11]

Una solución ideal para el personal del hospital unánimemente es tener un encargado exclusivo para mejorar la eficiencia del proceso de reparación de equipos. A la vez, hay comentarios que se debería tener alguien laborando en el hospital con conocimientos técnicos para poder resolver fallas pequeñas. Además, se pide que esta persona también mantenga un inventario eficiente y por ende, se mejorará la comunicación con proveedores. [Anexo 12]

### 8.2.1. Diagrama de procesos y trabajo

El proceso actual del hospital cuando un dispositivo falla empieza por un reporte de desperfecto de un dispositivo en algún área. El encargado de dependencia debe de verificar que el fallo sea algo que requiera llamar al proveedor o si lo puede arreglar él, además si se cuenta con garantía aún vigente. Si es algo crítico y no cubre la garantía se hace la solicitud de orden de compra con administración. Estos lo revisan y la vuelven con el encargado para que revise si él lo autorizó o no, ya que se aseguran que no fue la encargada sin autorización que solicitó la compra. El encargado confirma y empieza a hacer cotizaciones con varios proveedores, y luego se los manda a administración para que escojan la mejor. Después, se debe de verificar si hay fondos suficientes para la adquisición y si no, se congela el proceso acá por un plazo indefinido. Para este punto, este proceso se ha tardado de 4 a 12 semanas, tiempo que el área ha tenido que suspender el uso de la máquina. Cuando la compra se autoriza, se vuelve a revisar la cotización y se genera la factura. Se programa con el proveedor la instalación o mantenimiento, se lleva a cabo y se pone en uso el equipo. Esto último puede durar hasta otras 8 semanas, sumando un tiempo total de hasta 4 meses todo el proceso (Figura 16).



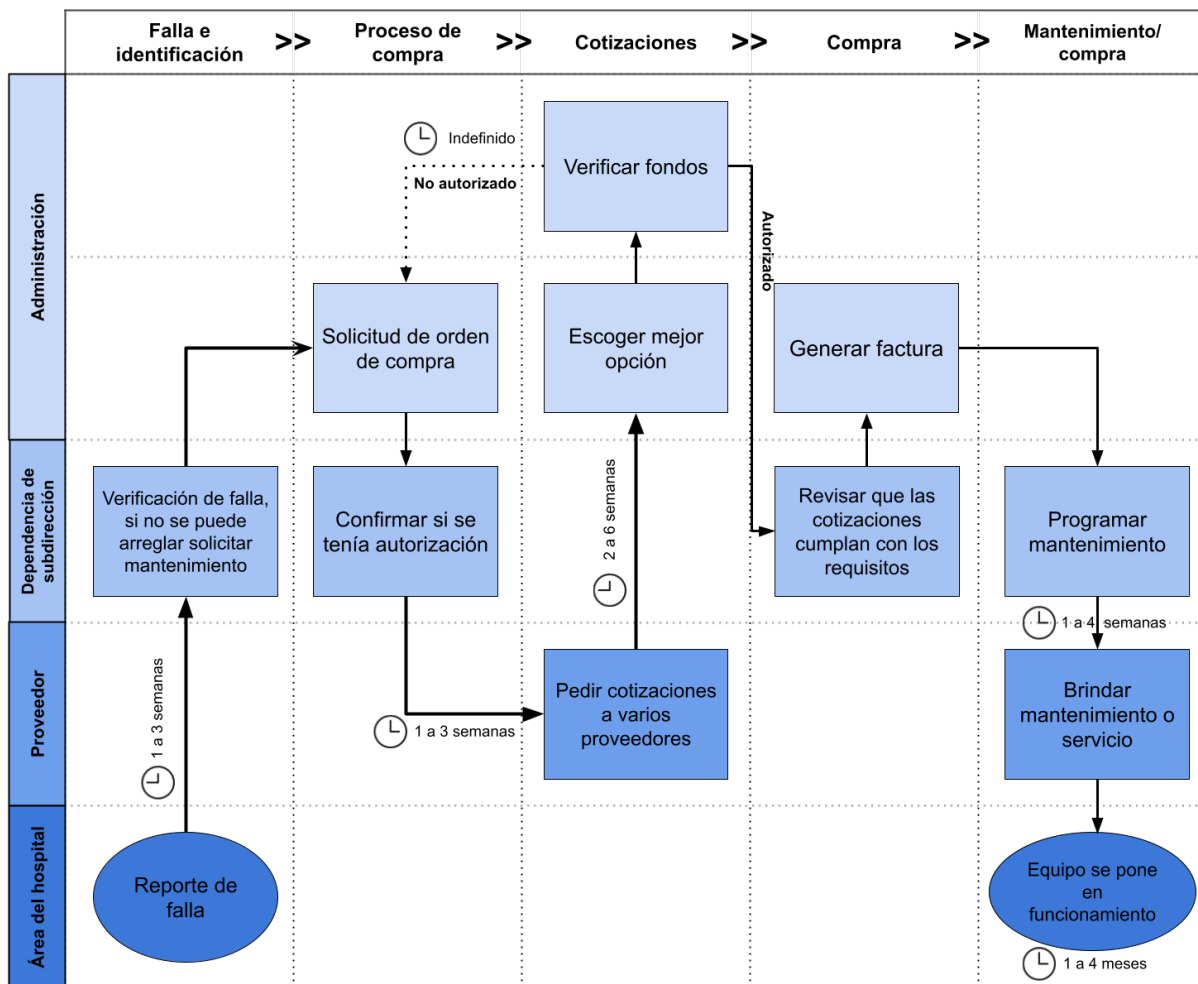


Figura 16: Flujo de reporte de falla/mantenimiento actual en el hospital.

### 8.3. Entrega de resultados y prueba piloto en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II

#### 8.3.1. Manual de gestión de dispositivos médicos

Con base en los resultados obtenidos de las entrevistas al personal del hospital y según sus necesidades, se formuló un manual para la optimización de la gestión del inventario de los dispositivos médicos (Figura 17). La planificación y adquisición de dispositivos médicos son pasos críticos, donde se deben de identificar y evaluar las necesidades de cada área, considerando el equipo existente y nuevas demandas. Esta selección se debe realizar mediante un proceso detallado que considere a unos buenos proveedores, evaluando la calidad y la relación costo-beneficio. Dado esto, se debe llevar a cabo un presupuesto que respalde la financiación necesaria para las adquisiciones. De acuerdo con las entrevistas hechas a los trabajadores y verificaciones físicas a las áreas del hospital, se encontraron cuatro puntos

críticos que son: planificación de adquisición de dispositivos médicos, falta de actualización de inventario, mantenimientos y reparaciones del equipo y un descarte apropiado.

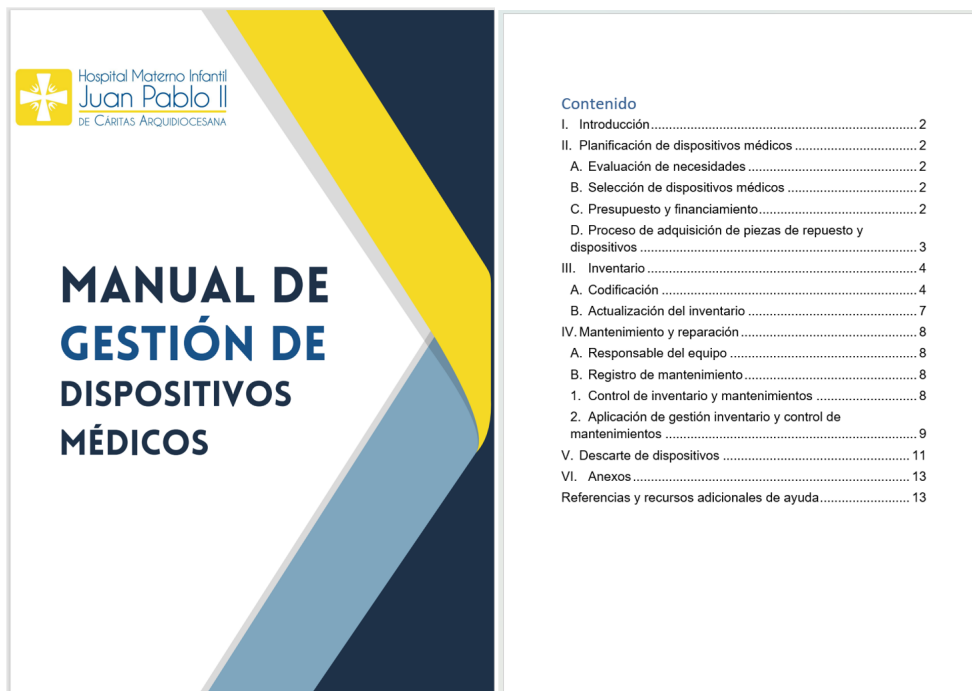


Figura 17: Carátula e índice del entregable al hospital del protocolo de inventariado de equipos médicos.

Un buen proceso de adquisición va ligado con un inventario actualizado de todos los dispositivos médicos, utilizando codificación estandarizada para facilitar su actualización y gestión. El manual empieza con una introducción hablando sobre la problemática que afronta el país ante la falta de estandarizaciones de procesos en hospitales tanto públicos como privados, y las consecuencias que estas pueden traer. Luego describe la importancia de una planificación de dispositivos médicos a adquirir en donde se debe evaluar las necesidades de cada área, escoger las necesidades más críticas, revisar el presupuesto y maneras de financiamiento. Por último, dejar en claro que un proceso ordenado y constante de mantenimientos preventivos ayudará a prevenir pérdidas económicas como de tiempo del personal médico.

Se enfatiza que debe haber un orden adecuado que debería tener el hospital para el proceso de reporte de fallas o solicitud de mantenimiento (Figura 18). Se tomaron en cuenta los departamentos involucrados en este proceso, logrando un estimado de tiempo de espera de hasta 2 meses, lo cual es menor al descrito en la Figura 16 de 4 meses.

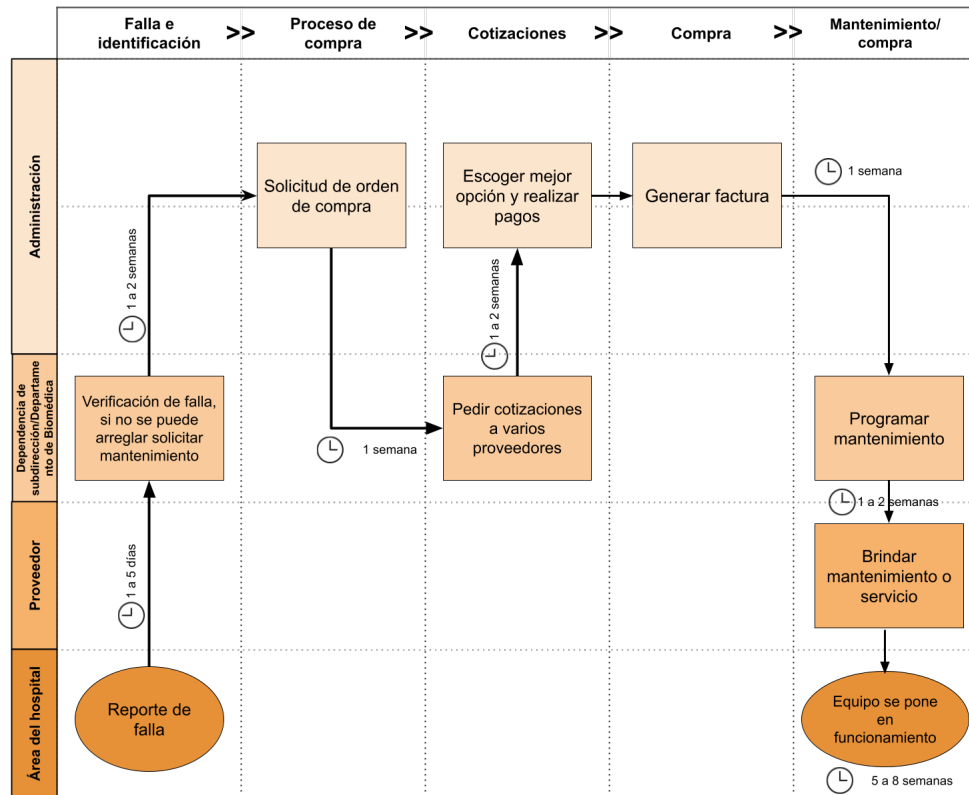


Figura 18: Flujo ideal de reporte de falla/mantenimiento a implementar en el hospital.

Para el inciso de actualización de inventario a partir del inventario final entregado (Figura 9), se habla sobre cómo utilizar las nuevas celdas de la hoja de cálculo y se recomienda hacer las actualizaciones de inventario total al menos una vez al año. Otro punto crítico que se incluye en el protocolo es el mantenimiento y reparación de los equipos, este debe de incluir una calendarización para mantenimientos preventivos como mantenimientos por reparaciones inesperadas. Se debe de establecer un registro detallado de las veces que se utilizan las máquinas para llevar los mantenimientos a tiempo, y gestionarlo con los proveedores respectivos. De la mano de esto, se promueve y se tiene que exigir la capacitación continua al personal médico. También, se tiene en cuenta que los contratos cumplan con una garantía en un tiempo prudente y adecuado es esencial para la decisión de adquisición.

Para que haya un orden correcto, funcional y simplificado para reporte de fallas de mantenimiento y una calendarización de mantenimientos preventivos, se recomienda la elaboración de un departamento de Ingeniería Biomédica en el hospital. El 100 % de los trabajadores entrevistados están de acuerdo que debería de haber una persona encargada con entrenamiento técnico para los dispositivos médicos. Si se cuenta con ello, se logrará tener un mejor orden y control del inventario, fechas de mantenimientos y un proceso más eficiente de reporte de fallos. En adición, se encontró que las personas entrevistadas también tienen un problema con los dispositivos que deben de dar de baja, ya que no se les autoriza únicamente

desecharlos, ni por contabilidad ni por el encargado. Por lo que se adjuntó información en el manual sobre normas vigentes de descarte y contactos de lugares que podrían hacerse cargo del mismo de manera adecuada para los equipos.

De la mano con facilitar el trabajo de todas las áreas del hospital al tener un encargado exclusivo para los dispositivos y que se lleve un buen inventario, está realizar un correcto registro de mantenimientos. En el manual se adjunta un documento de hoja de cálculo como herramienta para manualmente ingresar los dispositivos y cada cuánto le tocaría su mantenimiento respectivo. Sin embargo, esto no es lo recomendable ya que en este documento habría que ingresar todos los días a revisar qué mantenimientos hay para esos días, dejando un gran margen de error. El *gold standard* para la calendarización de mantenimientos es una aplicación de gestión de inventario y control de mantenimientos, vinculado a sistema de identificación única como un código QR. Con esto se agendarían de forma automática los mantenimientos preventivos y sería más fácil la actualización de inventario, además que ahorraría tiempo crucial en ir a buscar la información del proveedor a los registros físicos utilizando una etiqueta digital como una de QR. Una aplicación propuesta para implementar en el hospital es mencionada y explicada a detalle en el manual entregado (Anexo 13.5).

### **8.3.2. Inventario actualizado y propuestas de mejora**

El inventario previo del hospital usó una codificación y etiquetado a los dispositivos médicos bastante detallado, ya que con solo ver la etiqueta, se sabía información importante del equipo. Se encontró que un 80 % de los dispositivos aún contaban con las etiquetas puestas hace 6 años, sin embargo no estaban en óptimo estado (Figura 19). Por lo que en el manual se recomienda y explica cómo continuar con la codificación actual, únicamente mejorando el material de las etiquetas y su aspecto para mejor visualización.



Figura 19: Etiquetas utilizadas por el hospital anteriormente.

Luego de actualizar el inventario de nueve áreas del hospital, filtrar y ordenar la información, se propuso el plan piloto. Debido a limitaciones de tiempo del encargado del hospital, se optó por proponer etiquetar 20 dispositivos (Anexo 26). Para la etiqueta nueva se utilizó el color del hospital y su logo, para que a simple vista fuera más fácil de localizar que las anteriores. Se incluyó el nombre del equipo, ubicación y código asignado (Figura 20). Además de la información y el diseño, se contempló que fuera de un tamaño pequeño (3cm x 3cm) dado que hay dispositivos pequeños que no les cabría una etiqueta con otras dimensiones.

**Nombre del equipo**

Doppler fetal portátil

**Ubicación**

Consulta Externa Maternidad

**Código**

06-01-56-03



Hospital Materno Infantil  
**Juan Pablo II**  
DE CÁRITAS ARQUIDIOCESANA

Figura 20: Etiqueta nueva propuesta para etiquetado de dispositivos.

Debido a facilidad de acceso a ciertos equipos y tiempo con el que se contó para la última visita con el encargado, solo se etiquetaron 3 dispositivos usando las nuevas etiquetas. Estos fueron: un flujómetro de oxígeno (Figura 21), una báscula mecánica (Figura 22) y un doppler

fetal portátil (Figura 23); el listado con información más completa se ve en el Cuadro 2. A la vez, se le hizo entrega del manual de gestión (Anexo 13.5) de manera física y por correo electrónico, además que en este último se agregó el inventario final y los anexos mencionados en el manual que pudiera utilizar en el hospital.



Figura 21: Flujómetro de oxígeno junto al manual de gestión entregado al Hospital.



Figura 22: Dispositivo báscula mecánica etiquetada.



Figura 23: Dispositivo Doppler fetal portátil junto al manual de gestión entregado al Hospital.

Cuadro 2: Equipos etiquetados como prueba piloto.

Nombre del equipo	Ubicación	Código
Flujómetro de oxígeno	Encamamiento pediatría	04-01-38-49
Báscula mecánica	Encamamiento pediatría	04-01-15-15
Doppler fetal portátil	Consulta externa maternidad	06-01-56-03

En este trabajo se buscaba asesorar al Hospital Materno Infantil Juan Pablo II con respecto al manejo de sus dispositivos médicos para puedan brindar una mejor atención a sus pacientes. Durante el desarrollo de este se pudo determinar que el hospital contaba con un inventario desactualizado y con procesos ineficientes con respecto al mantenimiento y reparación de sus dispositivos médicos. Estas deficiencias no solo afectan procesos operativos y financieros, sino que también representan un riesgo para la seguridad y el bienestar de los pacientes. Por lo que este trabajo luego de identificar las áreas críticas, plantea soluciones prácticas y estratégicas que pudieran ser implementadas por el hospital para mejorar la eficiencia y la efectividad de la gestión de dispositivos médicos.

Se identificó una deficiencia en gestión de inventariado de dispositivos médicos en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II, ya que no hubo una actualización del inventario total desde el año 2017 al año 2023. Para el trabajo de revisión de inventario se hizo una verificación física y actualización de datos en 9 de las 18 áreas del hospital, en dónde se encontró que en 6 años el hospital pasó de tener 566 dispositivos a 656. Se tenía una codificación adecuada regido por directrices de la OMS [23], para cada dispositivo (Figura 6). Sin embargo, este inventario fue elaborado en Microsoft Word (Figura 6), lo que resultaba en una distribución y búsqueda ineficiente de la información. Esta es una problemática grave ya que sin una actualización del inventario de los dispositivos médicos, esto conlleva a una mala gestión de recursos económicos y humanos, falta de planificación de compras y pone en riesgo la seguridad de los pacientes [36]. El inventario del año 2017 carecía de información completa y esencial para ubicar fácilmente y de manera correcta todos los dispositivos en cada área del hospital. Para abordar esta deficiencia se agregaron nuevas celdas de información al inventario para tener todos los datos esenciales sobre cada dispositivo. Además, se trasladó el inventario de Microsoft Word a Microsoft Excel (Figura 9) para una mejor organización de la información y facilitar la adición de los datos necesarios [37].

En la Figura 11 se presentan los cambios que hubo en las áreas trabajadas y cómo los dispositivos cambiaron de estado en el período del 2017-2023. Aunque en algunas áreas como Emergencia de Pediatría y Consulta Externa de Pediatría tuvieron más dispositivos



que ya no se usan a comparación de los que tienen en funcionamiento, esto no es del todo preocupante. Las jefas de área comentaron que varios equipos ya no se usan o fueron retirados del área, esto se debe a que hay dispositivos nuevos que hacen el trabajo que antes lo hacían varios. Sin embargo, un problema crítico encontrado fue que algunos de los dispositivos que ya no se usan o están para dar de baja están físicamente en las áreas. Esto se debe a que el licenciado encargado no autoriza el descarte, ya que el hospital no cuenta con medidas correctas ni los conocimientos para el buen desecho de los mismos. Un descarte correcto va de la mano con un inventario actualizado, ya que se debe de clasificar los dispositivos por tipo, mencionar su estado actual y componentes que lo forman para que las empresas especializadas en desechos puedan retirarlos [38].

Se observa que casi todas las áreas tuvieron un incremento de cantidad de dispositivos presentados en el 2023 (Figura [13]). No obstante, la diferencia es mínima y esto refleja una mala administración del inventario, ya que no se tomó en cuenta el aumento de demanda en atención médica del hospital ni se hizo una planificación estratégica de recursos [39]. Asimismo, casi todas las áreas contienen la cantidad de dispositivos esperada. Esta estimación se hizo en base a los equipos que estaban en el inventario del 2017 más los nuevos que se encontraron en el 2023. Las áreas en donde el total encontrado fue menor, es porque se dieron de baja más dispositivos de los comprados. En la Figura [14] se nota que en la mayoría de áreas hubo más dispositivos nuevos agregados de los que se dieron de baja. Los equipos nuevos agregados fue para suplir la demanda que a incrementado en los últimos años en el hospital. Mientras que algunos de estos que fueron dados de baja fue por obsolescencia, ya que el hospital tarda en renovar los dispositivos o reciben donaciones de aparatos innecesarios u obsoletos. Y al mismo tiempo, otros dados de baja fue por desperfectos que pudieron haber sido prevenidos si hubiera tenido sus mantenimientos preventivos a tiempo [40].

A pesar de que la codificación empleada en el 2017 para identificar los equipos es buena y funcional, otro problema encontrado fue el etiquetado físico que se realizó. Ya que fueron etiquetas muy pequeñas y elaboradas con un material poco resistente a los químicos utilizados para la limpieza, estas se cayeron en el transcurso de los años. Cuando un dispositivo contaba con etiqueta, era fácil ubicarlo en la hoja de cálculo y actualizar los datos correspondientes. Pero este proceso de actualización se dificultó cuando no se encontraba la etiqueta, ya que había que guiarse con la descripción del equipo, modelo y marca, aunque en algunos casos estos ya no eran visibles. Además habían 2 escenarios (Figura [15]), ya que la etiqueta podía faltar debido a pérdida de la misma o porque el equipo era nuevo y no estaba en el inventario inicial. Cuando no se encontraba en el inventario y se asumió que era equipo nuevo, estos dispositivos quedan a la espera de una nueva codificación, etiquetado y verificación de los datos con las fichas técnicas o facturas de compra correspondientes. Por lo que el hospital necesita tener etiquetas de alta duración que no se caigan por limpieza de química y que sean visibles, para una fácil localización, respetando las dimensiones del aparato respectivo [23].

Por medio de entrevistas a los responsables de los dispositivos médicos en cada área del hospital se obtuvo información sobre la gestión y mantenimiento de equipos de cada área. Cabe resaltar que se encontró que no hay un puesto de encargado de todos los dispositivos del hospital oficial, y el licenciado responsable de esto actualmente funge también como el jefe de área de farmacia. Esta vacante de puesto y la dualidad de roles que está pasando actualmente ya presenta problemas, como por ejemplo que de entrada el inventario total no

había sido actualizado en 6 años. Esto ha conllevado a pérdidas significativas de tiempos de espera para solucionar fallas prevenibles a equipos y gasto de recursos para los pacientes y personal médicos [2]. Las jefas de área revelaron que todas han experimentado problemas técnicos con sus equipos médicos a cargo. Las fallas presentadas en diferentes dispositivos se pueden reducir a dos problemas: obsolescencia y demanda de uso alta. Estos son: monitores de signos vitales, módulos térmicos y turbinas odontológicas. Además que, actualmente un desperfecto en un dispositivo pudiera tomar incluso más de 4 meses en solucionarse (Figura 16). Esto se debe a la ineficiencia del hospital, ya que el encargado debe ir a verificar el fallo pero por su carga de trabajo, esto pudiera tomar varias semanas. Luego los procesos administrativos entorpecen el flujo del reporte, ya que pide varias validaciones al encargado de cada proceso. Además como son fallos no contemplados, la verificación de fondos pudiera tomar más tiempo del deseado, o hasta inclusive nunca aprobar la compra del mantenimiento o piezas de repuesto. Y aunque se tenga ya la compra con todo y factura, el encargado puede tardarse aún más en llamar al proveedor para programar el servicio. Este proceso demuestra lo fundamental que es tener un único encargado para los dispositivos de un hospital o la elaboración de un departamento de Ingeniería Biomédica [41].

Todas las jefas de las áreas del hospital entrevistadas, independientemente de su antigüedad en el puesto, han experimentado problemas técnicos con algún dispositivo médico. Esto era de esperarse ya que el desorden comparado de una falta de inventario lleva a una falta de organización de mantenimientos preventivos [42]. En consenso, ningún área lleva registro de cuántas veces se ha operado el equipo y esto dificulta la planificación de sus mantenimientos preventivos respectivos. Se determinó que el problema principal no es la capacitación al personal, ya que este ha sido correcto. Actualmente, los equipos fallan por no haber tenido mantenimientos preventivos si no que terminan en mantenimientos correctivos o de falla, teniendo un costo más para el hospital [1]. La existencia de manuales de uso de los equipos y su ubicación es sabido por las jefas de área, pero solo son utilizados por el licenciado encargado general. Además, se observa una concordancia en el proceso para reportar fallas y solicitar mantenimiento, lo cuál es favorable para que los procesos tengan una respuesta lo más rápida posible. Pero también se está de acuerdo con que el hospital tarda mucho en solventar estas necesidades y necesitan una solución para acortar tiempos y por ende, no seguir comprometiendo la calidad de atención para los pacientes [43].

Con base en la evaluación realizada en este trabajo se han podido identificar diversas fallas en el sistema de trabajo del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II y se ha creado un manual con propuestas de mejora. La implementación de un inventario digital con un protocolo de mantenimiento a largo plazo y mejora de procesos internos representa un paso crucial hacia la optimización de los recursos hospitalarios. Se busca que para un futuro su inventario sea actualizado periódicamente, se puedan prevenir problemas con sus equipos médicos por medio de mantenimientos rutinarios y cuando haya una falla, se pueda resolver de forma eficiente y rápida, brindando así una mejor atención a sus pacientes.

- Se encontró un sistema de inventariado ineficiente, anticuado y difícil de actualizar debido al programa donde se realizó en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II. Al tener un programa digital, la actualización será más fácil y de provecho para todo el personal.
- Se determinó que los procesos burocráticos en la compra y venta de equipo médico cuentan con demasiados pasos intermedios antes de que se pueda actuar cuando un dispositivo médico falla, lo cuál implica largos tiempos de espera para una solución.
- Todo el personal del hospital entrevistado concuerda que es urgente contar con un encargado exclusivo del equipo médico para llevar un orden correcto de mantenimientos y facilitar el proceso de reporte de fallas.
- No se llevan registros del uso de los dispositivos médicos del hospital, por lo que es imposible determinar el estado actual de los equipos o si se encuentran al día con sus mantenimientos, llevando a fallas del mismo que pudieron haber sido prevenibles.
- Se encontró que los dispositivos que más fallas presentan son monitores de signos vitales, módulos térmicos y turbinas odontológicas. A estos, el personal de salud le da un uso correcto guiado por capacitaciones que los diferentes proveedores han brindado.
- La información recopilada fue analizada de manera cuantitativa y cualitativa para poder elaborar un protocolo de procesos internos para ser utilizados por el personal del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.

---

## Recomendaciones

---

- Se debe de adoptar un sistema de gestión de inventario digital para el equipo médico que permita una búsqueda eficiente, buen control de mantenimientos y usos del equipo. A la vez, se debe de utilizar una codificación adecuada acompañado de unas etiquetas hechas de material resistentes y duraderas para poder etiquetar a cada dispositivo.
- Actualizar todo el inventario de todas las áreas del hospital a través de visitas físicas a las mismas y entrevistar a todas las encargadas de áreas para conocer todas las necesidades que hay.
- Realizar una calendarización estratégica de compras de equipo médico de acuerdo a prioridades y agendar los mantenimientos respectivos para cada uno.
- Designar a una persona encargada como responsable de los dispositivos médicos en el hospital para supervisar la gestión del inventario y actualizarlo periódicamente, como también el mantenimiento de los equipos.
- Implementar procedimientos más eficientes para atender y resolver las solicitudes de fallo de equipo médico para reducir los tiempos muertos donde no puede ser utilizado.

- [1] V. Becerril-Montekio y L. López-Dávila, «Sistema de salud de Guatemala,» *Salud Pública de México*, vol. 53, s197-s197, 2023. dirección: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342011000800015](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000800015).
- [2] B. Balkhi, A. Alshahrani y A. Khan, «Just-in-time approach in healthcare inventory management: Does it really work?,» vol. 30, n.º 12, págs. 1830-1835, 2022, Accedido en 24 de abril. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.10.013>.
- [3] M.-F. Chen, S.-L. Chu, J.-K. Lee et al., «The Benefit of in-Hospital Clinical Engineer Services for Medical Devices Maintenance,» 2016. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32703-7\\_190](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32703-7_190).
- [4] Agencia Nacional de Cooperación del Japón., *Informe del estudio de diseño básico: El proyecto de mejoramiento de equipos médicos de hospitales nacionales (fase III) en la República de Guatemala*. Disponible en: [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11559721\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11559721_01.pdf), 2000.
- [5] C. Ávila, R. Bright, J. Carlos Gutiérrez et al., *Guatemala Análisis del Sistema de Salud*. Disponible en: <https://2012-2017.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/HSA-Resumen-ejec-FINAL-4-28-2016.pdf>, 2015.
- [6] D. De León, «Análisis y evaluación de seguridad eléctrica en hospital IGSS de accidentes ceibal en ciudad de Guatemala en áreas de cuidados intensivos y consulta externa.,» Tesis de licenciatura, 2022.
- [7] Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala (MSPAS)., *Tercer Nivel de Atención - Establecimientos de Salud -MSPAS-*, Disponible en: <https://establecimientosdesalud.mspas.gob.gt/niveles-de-atencion/tercer-nivel-de-atencion.html>, 2020.
- [8] Comisión Presidencial Contra la Corrupción (CPCCGT)., *Experiencias, Desarrollos y Lecciones Aprendidas en materia de Prevención y Combate a la Corrupción con ocasión de la Pandemia del COVID-19*, Disponible en: [https://www.oas.org/es/sla/dlc/mesicic/docs/bp2021\\_ss\\_gt\\_form.pdf](https://www.oas.org/es/sla/dlc/mesicic/docs/bp2021_ss_gt_form.pdf), 2020.

- [9] Organización Mundial de la Salud (OMS)., *Dispositivos Médicos: La gestión de la discordancia*, Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/medical-devices-managing-the-mismatch>, 2012.
- [10] M. Longo, *Hospital de Xela gasta Q1.3 millones en alquiler de equipo médico*, Disponible en: <https://www.prensalibre.com/ciudades/quetzaltenango/hospital-regional-de-occidente-en-xela-carece-de-fondos-para-comprar-equipo-medico/>, Prensa Libre, 2018.
- [11] FUNDESA, *Estrategia de mejoramiento de la calidad de los suministros hospitalarios*, Disponible en: <https://www.fundesa.org.gt/content/files/publicaciones/Instrumento-para-la-gestin-de-inventarios---Mdulo-de-Sugerido-de-Compras-MSPAS.pdf>, 2018.
- [12] Hospital Materno Infantil Juan Pablo II., *Memoria de Labores*, Disponible en: <https://es.slideshare.net/HospitalMaternoInfantilJuanPabloII/memoria-de-labores-2021>, 2021.
- [13] P. de las Naciones Unidas para el Desarrollo, *El Sistema de Salud en Guatemala, 4: ¿Así... funcionamos?* 2008.
- [14] USAID, *GUATEMALA DIAGNÓSTICO DEL SECTOR PRIVADO DE SALUD*, Disponible en: <https://2012-2017.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/GUATEMALA-Analysis-Sector-Privado-INFORME-EJECUTIVO-Final.pdf>, 2015.
- [15] Gobierno de Guatemala, *PROBLEMÁTICA DE PAÍS: DESARROLLO SOCIAL*, Disponible en: <https://vicepresidencia.gob.gt/politica-gobierno-2020-2024/Problematica-de-Pais-Desarrollo-Social>, 2020.
- [16] G. de Guatemala, *Primer Nivel de Atención*, <https://establecimientosdesalud.mspas.gob.gt/niveles-de-atencion/primer-nivel-de-atencion.html>, 2018.
- [17] IGSS, *Institución*, Disponible en: <https://www.igssgt.org/historia/institucion/>, 2018.
- [18] IGSS, *Información Pública*, Disponible en: <https://www.igssgt.org/informacion-publica/02-directorio-y-telefonos/>, 2023.
- [19] IGSS, *Boletín estadístico de afiliación*, Disponible en: <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2022/09/Boletin-estadistico-de-Afiliacion-2021-IGSS.pdf>, 2021.
- [20] M. Matus-Lopez, D. Cansino Pozo y C. Cid, *Evaluación del Espacio Fiscal para la Salud en Guatemala*. sep. de 2021, ISBN: 978-92-75-32377-9. DOI: [10.37774/9789275323786](https://doi.org/10.37774/9789275323786).
- [21] USAID, *¿Quién financia el sistema de salud en Guatemala?* (Serie Análisis de Política 1). 2008.
- [22] PAHO, *Salud en las Américas. Resumen: Panorama Regional y Perfiles de País*. 2017.
- [23] O. M. de la Salud, *Medical Equipment Maintenance Programme Overview* (WHO Medical Device Technical Series). 2011.
- [24] U.S. Food and Drug Administration. «Classify Your Medical Device.» (2023), dirección: <https://www.fda.gov/medical-devices/overview-device-regulation/classify-your-medical-device>.

- [25] Gobierno de Guatemala, *Dirección General De Regulación, Vigilancia Y Control De La Salud*, Disponible en: <https://www.mspas.gob.gt/institucional/unidades-departamentos/regulacion-vigilancia-y-control-de-la-salud>, 2018.
- [26] O. Reyes. «Cuáles son los principales dispositivos médicos que los servicios de salud del primer nivel deberían tener,» Pan American Health Organization / World Health Organization. (2019), dirección: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15353:which-are-the-key-medical-devices-for-primary-health-care-services&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15353:which-are-the-key-medical-devices-for-primary-health-care-services&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0).
- [27] G. de Australia, *User case of medical equipments*. 2015.
- [28] I. UpKeep Technologies. «Las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.» (2015), dirección: <https://www.upkeep.com/es/learning/benefits-of-preventive-maintenance/#%C2%BFcu%C3%A1les-son-los-tipos-de-mantenimiento-preventivo?>
- [29] TALC Teaching-aids At Low Cost. «Guide 5. How to Organize the Maintenance of Your Healthcare Technology.» (2005), dirección: <https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/8702981/HCT%20Guide%201%20-%20How%20to%20Organize%20a%20System%20of%20Healthcare%20Technology%20Management.pdf>.
- [30] L. Castrillón Gallego, *Introducción al Mantenimiento Biomédico*. Primera Edición. Colombia: Fondo Editorial ITM., 2007.
- [31] cien, *Hacia un nuevo sistema nacional de adquisiciones públicas*, Disponible en: <https://cien.org.gt/wp-content/uploads/2019/05/Adquisiciones-Publicas-documento-final.pdf>, 2019.
- [32] Ministerio de Salud Pública, *DECRETO NUMERO 90-97 EL CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA*, Disponible en: [http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento\\_institucional/legislations/pdf/gt/decreto\\_congresional\\_90-97.pdf](http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/pdf/gt/decreto_congresional_90-97.pdf), 2023.
- [33] Ministerio de Salud Pública, *ACUERDO MINISTERIAL No. 419-2014*. 2014.
- [34] CÁRITAS ARQUIDIOCESANA, *CÁRITAS ARQUIDIOCESANA*, Disponible en: <https://www.caritazarquidiocesana.org/>, 2023.
- [35] CÁRITAS ARQUIDIOCESANA, *Memoria de Labores*, Disponible en: <https://www.caritazarquidiocesana.org/>, 2023.
- [36] O. P. de la Salud, *Guía Práctica para la Planificación de la Gestión del Suministro de Insumos Estratégicos*. ALL TYPE ASSESSORIA EDITORIAL LTDA, 2006.
- [37] A. Kumar, M. Cariappa, V. Marwaha, M. Sharma y M. Arora, «Improving medical stores management through automation and effective communication,» *Med J Armed Forces India*, vol. 72, n.º 1, págs. 61-66, 2016. DOI: [10.1016/j.mjafi.2015.01.011](https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2015.01.011), eprint: [2015Mar29](https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2015.01.011).
- [38] John Bernal. «Rehúso de dispositivos médicos: riesgos y desafíos específicos.» (2023).
- [39] R. Jiménez, «Indicadores de calidad y eficiencia de los servicios hospitalarios. Una mirada actual,» *Rev Cubana Salud Pública*, vol. 30, 2004.
- [40] Alarcón B. Romero D.. «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo.» (2021).
- [41] Amador, L.I. «Administración de Departamentos de Ingeniería Biomédica.» (2007).

- [42] A. A. M. M. S. S. «A Systematic Review of Medical Equipment Reliability Assessment in Improving the Quality of Healthcare Services.» (2021), dirección: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.753951>.
- [43] Proaño A. «La mala calidad de la atención de salud mata.» (2018).



### 13.1. Consentimiento informado dado para las entrevistas con encargados

## Entrevistas iniciales con encargadas/os de áreas del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II

Gracias por tomarse el tiempo de participar en esta entrevista que le tomará entre 3 a 6 minutos en responder.

El propósito es recopilar información sobre el estado actual de los dispositivos médicos a su cargo y cómo maneja el reporte de fallas de los equipos. La información obtenida en esta entrevista se utilizará para el trabajo de graduación "Identificación e evaluación de dispositivos biomédicos en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II" de la estudiante Jimena Sánchez de la Universidad del Valle de Guatemala.

Toda la información recolectada se mantendrá confidencial y se almacenará de forma segura para un análisis cualitativo.

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

\* Indica que la pregunta es obligatoria

¿Está de acuerdo en participar en la entrevista? \*

Sí

No

Figura 24: Consentimiento informado utilizado para entrevistar a los encargados de área del hospital.

## 13.2. Entrevistas al personal

### 1. Pregunta 1. Cargo y antigüedad dentro del hospital.

- Enfermería: Jefe de enfermería y 6 años.
- Maternidad: Jefa de maternidad y 2 años.
- Sala de operaciones: Jefe de servicio de sala de operaciones y 6 años.
- Odontología: Jefe de odontología y 8 años.

### 2. Pregunta 2. Durante el tiempo que lleva aquí, ¿se ha arruinado algún equipo mientras lo está usando? o ¿ha querido usar un equipo y no pudo porque estaba en mal estado?

- Enfermería: Le han sucedido estas fallas con monitores de signos vitales y módulos térmicos.
- Maternidad: Le han sucedido fallas con monitores de signos vitales.
- Sala de operaciones: Sí le han pasado estas fallas.
- Odontología: Sí le han pasado estas fallas.

### 3. Pregunta 3. ¿Qué tan seguido le pasan situaciones en las que el equipo deja de funcionar?

- Enfermería: Las incidencias ocurren cuando hay muchos pacientes, reporta varias fallas al mes.
- Maternidad: Sus equipos no tienen tantos desperfectos ya que son relativamente nuevos (la mayoría fue adquirido en 2021) y no son utilizados con tanta frecuencia.
- Sala de operaciones: Los fallos ocurren frecuentemente, en especial dispositivos antiguos.
- Odontología: Cada 15 días tiene reporte de fallo de turbinas ya que son de uso demandante.

### 4. Pregunta 4. Normalmente, ¿las fallas se observan más en equipo grande o que usan con mayor frecuencia o en cualquiera?

- Enfermería: Es indiferente, pasa con la misma frecuencia para ambos.
- Maternidad: En monitores de signos vitales.
- Sala de operaciones: En equipos grandes, como máquina de anestesia.
- Odontología: El equipo instrumental que utilizan todos los días sí tienen fallos seguidos mientras que el equipo más grande ocasionalmente presenta problemas.

### 5. Pregunta 5. Describir alguna experiencia que haya pasado con alguna de situaciones de falla.

- Enfermería: Con un ventilador mecánico, no estaba bien conectado al paciente y se dieron cuenta cuando lo estaban trasladando.

- Maternidad: No le ha pasado una situación crítica involucrando a pacientes.
- Sala de operaciones: Han tenido fallas de equipo grande que se dan cuenta hasta que los pacientes están bajo sedación, por lo que no se ha podido continuar con el procedimiento.
- Odontología: Mal funcionamiento de una turbina estando en sala de operaciones, por lo que no se pudo terminar el trabajo.

**6. Pregunta 6. ¿Llevan algún registro de las veces que utilizan el equipo?**

- Enfermería: No tiene registro de las veces que lo utilizan, pero sí de los mantenimientos que ha tenido el dispositivo.
- Maternidad: No tienen ningún tipo de registro.
- Sala de operaciones: El único registro que tienen es el que se hizo con el licenciado encargado.
- Odontología: No pueden llevar registro ya que tienen mucha demanda, alrededor de 20 a 25 pacientes por silla al día.

**7. Pregunta 7. Antes de utilizar los equipos, ¿se les da algún tipo de entrenamiento o deben de aprender a usarlo por su cuenta?**

- Enfermería: Sí han tenido capacitaciones.
- Maternidad: Sí han recibido capacitaciones, incluso han tenido cursos extensos de un mes
- Sala de operaciones: Usualmente no reciben capacitaciones.
- Odontología: Tienen capacitaciones para todos y el personal que no pudo estar presente se les manda un video.

**8. Pregunta 8. ¿Dónde están los manuales de los dispositivos o existen estos dentro del hospital?**

- Enfermería: En la oficina del licenciado encargado, no le dan mayor uso en su área.
- Maternidad: En la oficina del licenciado encargado.
- Sala de operaciones: En la oficina del licenciado encargado.
- Odontología: En la oficina del licenciado encargado.

**9. Pregunta 9. ¿Cuál es el procedimiento para cuando un equipo presenta fallas?**

- Enfermería: Hacen una hoja de requisición, la envían a la directora del hospital para firmar y luego se la dan al licenciado encargado para que revise el equipo y que cotice con diferentes proveedores por repuesto, mantenimiento o equipo nuevo.
- Maternidad: Le reporta la falla al licenciado y él se encarga, pero el proceso es demasiado tardado.
- Sala de operaciones: Tratan de ver si es una falla simple para arreglarlo internamente y si no pueden llaman con el licenciado encargado.

- Odontología: La doctora encargada se comunica directamente con el proveedor para que lleguen a solucionar la falla, y luego le avisan al encargado que autorice la compra.
10. **Pregunta 10. ¿Existe alguna persona encargada del mantenimiento periódico de los equipos?**
- Enfermería: El licenciado encargado y los técnicos de los proveedores.
  - Maternidad: El licenciado encargado.
  - Sala de operaciones: El licenciado encargado.
  - Odontología: El licenciado encargado.
11. **Pregunta 11. ¿Considera necesario que exista una persona encargada de revisar los equipos constantemente para que estos no presenten fallas en situaciones importantes?**
- Enfermería: Lo ve como una necesidad ya que el proceso actual para arreglar dispositivos es muy tardado.
  - Maternidad: Ve la necesidad ya que el encargado actual tiene otras prioridades y compromisos.
  - Sala de operaciones: Considera que debería de haber un encargado de agendar mantenimientos y reparaciones.
  - Odontología: Ve la necesidad de alguien que tenga la capacidad que aparte de agendar mantenimientos, tenga un nivel de al menos técnico para solventar internamente.
12. **Pregunta 12. ¿Cómo sería la solución ideal para ser más eficiente el proceso de arreglar los equipos?**
- Enfermería: Tener una única persona encargada de llevar todo el proceso desde inicio a fin para ser más eficiente con el tiempo y llevar un buen inventario con todo codificado.
  - Maternidad: No ha pensado en eso porque no han tenido problemas graves.
  - Sala de operaciones: Que hubiera un encargado pendiente de los mantenimientos o un técnico que solucione inmediatamente.
  - Odontología: Idealmente que hubiera un técnico en el hospital que resuelva y una buena comunicación directa con los proveedores. Además, debería de haber un buen inventario para tener el control de los equipos más antiguos e irlos mejorando para que haya menos fallas.

### 13.3. Codificación para inventario: Tipos de equipos médicos

Código	Tipo de equipo	Código	Tipo de equipo
1	Carrito dental	48	Mango de laringoscopio
2	Sillón dental	49	Hojas de laringoscopio
3	Unidad dental	50	Lámpara de pedestal
4	Micromotor/Contra-ángulo	51	Módulo térmico
5	Amalgamador	52	Móñitor fetal
6	Pieza de mano de alta velocidad	53	CR rayos X
7	Lámpara de fotocurado	54	Trampa para vacío
8	Máquina de anestesia	55	Insuflador de endoscopio
9	Electrocauterio	56	Doppler fetal portátil
10	Lámpara cialítica	57	Microscopios
11	Endoscopios	58	Fibrobroncoscopio
12	Monitor de signos vitales	59	Nasoendoscopio
13	Basculas digitales	60	Maniquies
14	Oxímetro de pulso	61	Termohigrómetros
15	Basculas mecánicas	62	Espirometro
16	Capnógrafo	63	Desfibriladores
17	Colchón térmico	64	Equipo de ultrasonido
18	Ventilador para máquina de	65	Lámpara de Wood
19	Tensiómetro digital	66	Frascos para vacío
20	Glucómetro	67	Estimulador nervioso eléctrico transcutáneo
21	Máquina de Rayos X	68	Equipo de terapia ultrasónica
22	Incinerador	69	Silla hidráulica para examen
23	Estetoscopios	70	Manómetro de pared
24	Mango otoscopio/oftalmoscopio	71	Cortadora de gasa
25	Cabezal de otoscopio	72	Cargador de otoscopio oftalmoscopio
26	Esfigmomanómetro aneroides	73	Equipo para masaje
27	Termómetros infrarrojos	74	Impresoras
28	Autoclaves	75	Microflujómetro
29	Negatoscopios	76	Lámpara de fototerapia
30	Reveladora Rayos X	77	Incubadora médica
31	Equipo de audiometría	78	Vortex
32	Equipo de Electroencefalograma	79	Pipeteadores automáticos
33	Estimulador de luz para EEG	80	Centrifugadoras
34	Electrocardiograma	81	Portapipetas
35	Tallímetro	82	Contador fórmula leucocitaria
36	Adaptadores de Otopios/Oftalmoscopios	83	Mezclador de laboratorio
37	Cabeza para Oftalmoscopios sencillas	84	Baño térmico
38	Flujómetros de Oxígeno	85	Campana de flujo laminar
39	Otopios portátil	86	Incubadora laboratorio
40	Pinzas videocirúrgica	87	Balanza semianalítica
41	Equipo para vacío	88	Termoagitador
42	Fuente de luz para gastroscopio	89	Impresora de rayos X
43	Cámara de gastroscopio	90	Cámara cefálica
44	Monitor para gastroendoscopio	91	Arenador
45	Columna cialítica	92	Biocámara
46	Colonoscopio	93	Compresores
47	Monitor para máquina de anestesia	94	DEA
48	Mango de laringoscopio	95	Ventilador de transporte

Figura 25: Lista de tipos de equipos para etiquetar un dispositivo

### 13.4. Dispositivos para etiquetar utilizando nuevos lineamientos de inventario

	Localización	Clasificación	Tipo	ID	Descripción	Modelo	Marca
Encam. Mater - 05	05	01	56	01	Monitor fetal modelo H10-3 con SN 204FQ321508, 1.2 V 3AA con sensor IPX4 2.5 MHz incluye cargador 110 VAC 60 Hz.	H10-3	
COEX Mater - 06	06	01	56	03	Doppler fetal portátil marca EDAN Sonotrax II con SN 304128-M146068400119	NA	EDAN Sonotrax II
	06	01	56	05	Doppler fetal portátil marca EDAN Sonotrax II con SN 56054-M202111470001	EDAN	Sonotrax II
SOP Mater. - 07	07	01	13	11	Bascula digital marca Olympic Smart Scale con SN 25-1403, 115 v, 60 Hz, 10 W que incluye cable de conexión a corriente.	NA	Olympic
	07	01	23	14	Estetoscopio Classic II Infant 3M Littmann de color negro con número L15K22599	Classic II	Littman
	07	01	38	10	Flujometro de oxigeno de 0 – 15 L, marca Western Medica con SN M360740 0600015.		Western Medica
	07	01	41	07	Regulador de vacio modelo 882VR-300-CH-C marca Continus gentec	882VR-300-CH-C	Continus gentec
	07	01	90	01	Cámara cefálica OXICAM Neonatal de 15 cm, lote P11J002 con código SSA096E2000	NA	OXICAM
	07	01	90	02	Cámara cefálica OXICAM Lactante de 20 cm, lote P11J003 con código SSA096E2000	NA	OXICAM
Encam. Ped. - 04	04	01	50	04	Lámpara de cuello de ganso, 100 - 240 v, 50 – 60 Hz, 35 A, incluye cable de conexión a corriente		GS300
	04	01	15	14	Bascula mecánica cap. 32 Lb		marca seca SN 670202
	04	01	38	49	Flujometro de oxigeno marca precisión de 0-15 L		Gastek
	04	01	15	15	Bascula mecánica de pedestal cap. 400 lb, con tallimetro		marca Detecto
COEX Esp. - 13	13	01	29	13	Negatoscopio marca Wolf X-RAY corp Cat No MG7, Volts 115 V, cycles 60 Hz, Watts 50.		Wolf X-RAY
	13	01	50	05	Lámpara de cuello de ganso marca AJUSSO		
	13	01	13	06	Bascula digital marca SALTER neonatal modelo 914, máxima capacidad 20kg		SALTER
	13	01	50	06	Lámpara de cuello de ganso marca Welch Allyn con luz led y ajuste de enfoque con un voltaje de 100-240 V, 50 -60 Hz Y 0.30 Amp, que incluye cable de conexión a corriente		Welch Allyn
	13	01	13	01	Báscula digital con número de serie 850114	HD-314	TANITA
	13	01	15	20	Balanza mecánica de pedestal Health o meter con una capacidad de 350 lb No. HGA 400		Health O Meter
	13	01	13	07	Balanza digital marca Salter modelo 914 con una capacidad máxima de 20 kg		

Figura 26: Listado de 20 dispositivos para etiquetar.

### 13.5. Manual de gestión de dispositivos médicos

## Contenido

I.	Introducción.....	2
II.	Planificación de dispositivos médicos.....	2
A.	Evaluación de necesidades.....	2
B.	Selección de dispositivos médicos.....	2
C.	Presupuesto y financiamiento.....	2
D.	Proceso de adquisición de piezas de repuesto y dispositivos.....	2
III.	Inventario.....	3
A.	Codificación.....	3
B.	Actualización del inventario.....	7
IV.	Mantenimiento y reparación.....	8
A.	Responsable del equipo.....	8
B.	Registro de mantenimiento.....	8
1.	Control de inventario y mantenimientos.....	8
2.	Aplicación de gestión inventario y control de mantenimientos.....	9
V.	Descarte de dispositivos.....	11
VI.	Anexos.....	12
	Referencias y recursos adicionales de ayuda.....	13

# I. Introducción

La falta de infraestructura hospitalaria en Guatemala es una realidad alarmante que afecta tanto a centros de salud privados como públicos. La poca inversión en instalaciones y equipamiento médico es evidente al evaluar los establecimientos y la calidad de atención que reciben los pacientes. Esto contribuye a la desigualdad en el acceso de los servicios de salud, los problemas de gestión y administración de recursos, haciendo a todo el sistema muy ineficiente. Además, se ha demostrado que la falta de mantenimientos e inventariado de equipo médico implican más gastos innecesarios a las instituciones, ya que deben de pagar reparaciones prevenibles y dejan de atender a pacientes por tiempos, a veces prolongados, hasta arreglar los dispositivos. Por lo que es esencial la elaboración de protocolos para cualquier tipo de centro de salud que definan los procesos de compraventa de los dispositivos biomédicos, incluyendo mantenimientos preventivos, reparaciones y llevar un inventario digital actualizado.

## II. Planificación de dispositivos médicos

Este se centra en asegurar que el hospital tenga los dispositivos médicos adecuados para proporcionar una atención de calidad a los pacientes y al mismo tiempo que se gestione de manera eficiente el presupuesto y recursos disponibles. Se recomienda hacer este proceso una vez al año, en los meses cuando se está haciendo el presupuesto para el siguiente año. En el Anexo 1 se incluye una tabla para utilizar al realizar cotizaciones varias para el mismo tipo de dispositivo.

### A. Evaluación de necesidades

Se debe hacer una revisión física en cada área del hospital. Se debe de identificar los tipos de dispositivos requeridos para cubrir las necesidades para efectuar las atenciones médicas.

### B. Selección de dispositivos médicos

Una vez identificadas las necesidades, se seleccionan las prioridades. Esta selección se hace mediante la evaluación del rendimiento y durabilidad del equipo y si éste beneficiaría a los pacientes. Puede guiarse con el [Anexo 1](#) del documento para una plantilla de cotizaciones cuando ya se haya escogido el producto a comprar, pero se necesitan valoraciones de diferentes proveedores.

### C. Presupuesto y financiamiento

Este debe ser bien establecido con números reales y tomando en cuenta la capacidad financiera del hospital. Para realizarlo, se debe de tomar en cuenta las fuentes de financiamiento disponibles, financiamiento interno y posibles acuerdos con proveedores.

### D. Proceso de adquisición de piezas de repuesto y dispositivos

Una vez escogidas las necesidades de cada área del hospital, se recomienda hacer una reunión tanto con las jefas de área, persona encargada de los dispositivos y la administración del hospital responsable del presupuesto. Esto para organizar las compras de los dispositivos y mantenimientos durante el año.

Los dispositivos y mantenimientos para comprar deben de ser cotizados por la persona encargada de los equipos dentro del hospital. Estas cotizaciones deben de solicitarse a más de un proveedor y se debe de escoger la mejor opción considerando más aspectos que los del servicio como tal. Al momento de hacer la compra el contrato debe de incluir:



- Garantía lo más extensa que sea posible
- Contratación de mantenimientos preventivos luego de expirada la garantía
- Capacitación completa a todo el personal que utilizará el dispositivo

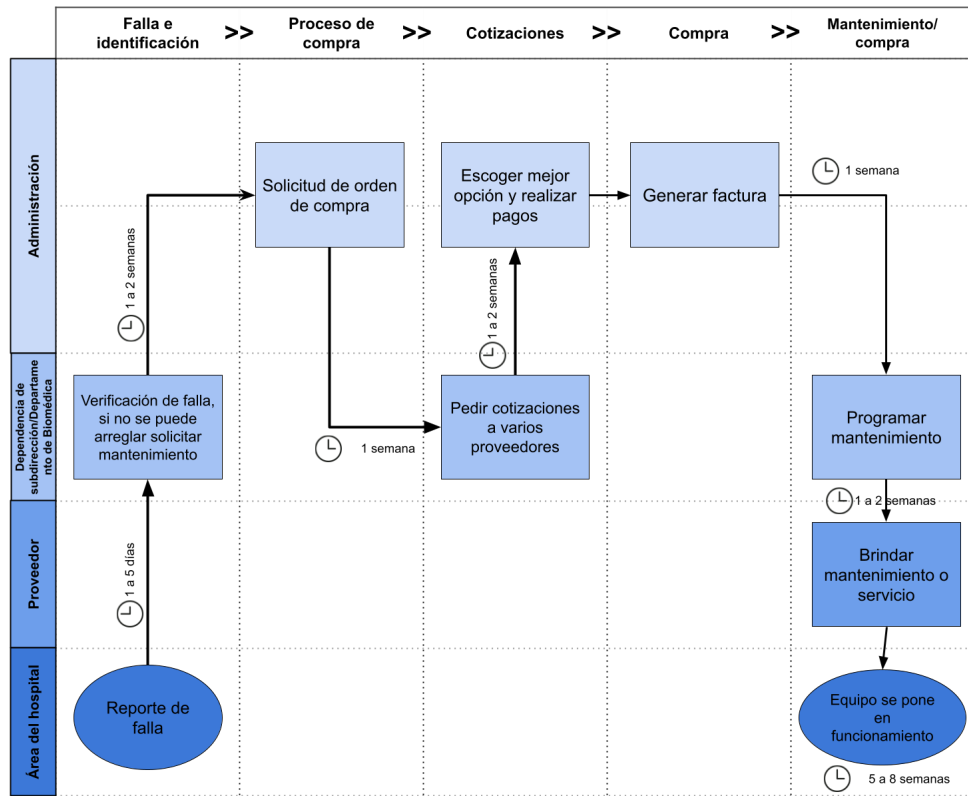


Diagrama 1. Flujo optimizado de procesos de adquisición de repuestos o mantenimientos para un equipo médico.

### III. Inventario

#### A. Codificación

Una buena y correcta codificación en el inventario de dispositivos médicos sirve para una identificación precisa de cada dispositivo, ayuda a la organización del hospital y da paso a trazabilidad del equipo cuando se debe de reportar fallos o dar un mantenimiento preventivo. Para una gestión eficiente, se recomienda que el código contenga información de su ubicación, clasificación y tipo de equipo.

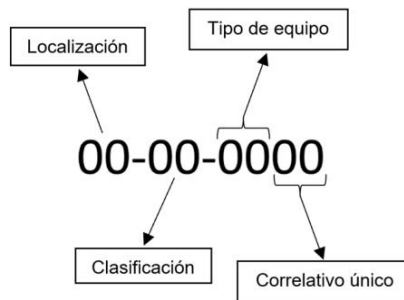


Figura 1. Estructura de codificación para dispositivos.  
El primer par de dígitos identifica la ubicación de las 18 áreas del hospital.

Código	Área
1	Odontología y Ortodoncia
2	Sala de operación de pediatría
3	Emergencia de pediatría
4	Encamamiento de pediatría
5	Encamamiento de maternidad
6	Consulta externa maternidad
7	Sala de operaciones de maternidad
8	Laboratorio
9	Farmacia
10	Escuela de Enfermería
11	Rayos X
12	Encamamiento privado
13	Especialidades
14	Emergencia de maternidad
15	Clínica médico de personal
16	Consulta externa pediatría
17	Fisioterapia
18	Ambulancia

Tabla 1. Códigos de área de localización dentro del hospital.

El segundo par de dígitos es para la clasificación del equipo.

Código	Clasificación
1	Equipo médico
2	Accesorio de equipo médico
3	Repuesto/Descartable de equipo médico

Tabla 2. Clasificación de dispositivos.

El tercer par de dígitos es para indicar el tipo de dispositivo médico.

<b>Código</b>	<b>Tipo de equipo</b>	<b>Último código asignado</b>
1	Carrito dental	1
2	Sillón dental	2
3	Unidad dental	5
4	Micromotor/Contra-ángulo	6
5	Amalgamador	5
6	Pieza de mano de alta velocidad	22
7	Lámpara de fotocurado	11
8	Máquina de anestesia	7
9	Electrocauterio	6
10	Lámpara cielítica	7
11	Endoscopios	3
12	Monitor de signos vitales	22
13	Básculas digitales	13
14	Oxímetro de pulso	13
15	Básculas mecánicas	28
16	Capnógrafo	1
17	Colchón térmico	2
18	Ventilador para máquina de anestesia	4
19	Tensiómetro digital	2
20	Glucómetro	5
21	Máquina de Rayos X	1
22	Incinerador	1
23	Estetoscopios	30 (05)
24	Mango otoscopio/oftalmoscopio	1
25	Cabezal de otoscopio	20
26	Esfigmomanómetro aneroides	13
27	Termómetros infrarrojos	9
28	Autoclaves	1
29	Negatoscopios	13 (07,10)
30	Reveladora Rayos X	2
31	Equipo de audiometría	2
32	Equipo de Electroencefalograma	1
33	Estimulador de luz para EEG	1
34	Electrocardiograma	3
35	Tallímetro	4
36	Adaptadores de Otoscopios/Oftalmoscopios	19
37	Cabeza para Oftalmoscopios sencillas	15

<b>Código</b>	<b>Tipo de equipo</b>	<b>Último código asignado</b>
38	Flujómetros de Oxígeno	54
39	Otoscopio portátil	2
40	Pinzas videocirugía	3
41	Equipo para vacío	11 (06)
42	Fuente de luz para gastroscopio	4
43	Cámara de gastroscopio	2
44	Monitor para gastroendoscopia	2
45	Columna cialítica	2
46	Colonoscopio	2
47	Monitor para máquina de anestesia	2
48	Mango de laringoscopio	15
49	Hojas de laringoscopio	50
50	Lámpara de pedestal	6
51	Módulo térmico	9
52	Monitor fetal	1
53	CR rayos X	1
54	Trampa para vacío	5
55	Insuflador de endoscopio	1
56	Doppler fetal portátil	4
57	Microscopios	5
58	Fibrobroncoscopio	1
59	Nasoendoscopio	1
60	Maniquies	3
61	Termohigrómetros	1
62	Espirómetro	1
63	Desfibriladores	1
64	Equipo de ultrasonido	4
65	Lámpara de Wood	1
66	Frascos para vacío	10
67	Estimulador nervioso eléctrico transcutáneo	6
68	Equipo de terapia ultrasónica	1
69	Silla hidráulica para examen	2
70	Manómetro de pared	4
71	Cortadora de gasa	1
72	Cargador de otoscopio oftalmoscopio	1
73	Equipo para masaje	1
74	Impresoras	3
75	Micro Flujómetro	8
76	Lámpara de fototerapia	5
77	Incubadora médica	4
78	Vortex	1

<b>Código</b>	<b>Tipo de equipo</b>	<b>Último código asignado</b>
79	Pipeteadores automáticos	5
80	Centrifugadoras	6
81	Portapipetas	1
82	Contador fórmula leucocitaria	1
83	Mezclador de laboratorio	2
84	Baño térmico	1
85	Campana de flujo laminar horizontal	1
86	Incubadora laboratorio	3
87	Balanza semianalítica	1
88	Termoagitador	1
89	Impresora de rayos X	1
90	Cámara cefálica	6
91	Arenador	1
92	Biocámara	1
93	Compresores	1
94	DEA	1
95	Ventilador de transporte	1

Tabla 3. Tipos de dispositivos médicos.

El último y cuarto par de dígitos es el correlativo único que se le da al dispositivo acorde, para diferenciarlo de otros que puedan ser iguales y estén en la misma ubicación.

## B. Actualización del inventario

Al llevar un registro continuo de los dispositivos que entran y salen de uso en el hospital, es recomendable hacer actualización de inventario en su totalidad una vez al año, tomando en cuenta que no haya un deterioro significativo en varias etiquetas. Al año 5, debido a que una buena parte de los dispositivos podría llegar al fin de su vida útil, se recomienda hacer un reseteo de codificación y volver a hacer nuevas etiquetas para los dispositivos. Para ello, se debe de hacer una calendarización de los inventarios anuales y planificar el inventario general aproximadamente en el año 5.

Se recomienda llevar un inventario en programa como Microsoft Excel, en donde se crean tablas para cada área especificando información importante del dispositivo y de su codificación. Con esta herramienta, es fácil filtrar por código para encontrar un equipo o por su nombre o número de serie. Será más útil si se mantiene actualizada tanto con los dispositivos para dar de baja como los nuevos que ingresan cada año al hospital.

Localización	Clasificación	Tipo	ID	Descripción	Modelo	
01	01	06	01	Pieza de mano de alta velocidad	COMPACT Torque 636	
01	01	06	02	Pieza de mano de alta velocidad	Pana III S	
01	01	06	03	Pieza de mano de alta velocidad	Basic Line HC-2011	
Marca	No. de Serie	Ubicación	Ficha técnica al 2023 (1 sí 0 no)	Existencia física al 2023 (1 sí 0 no)	Donado/compra	Estado
Kavo	07-1011505	Clínica Dental 3	ficha técnica	0	donación	en servicio
NSK	8789	Clínica Dental 3	ficha técnica	1	donación	en servicio
MK Dent	3895	Clínica Dental SOP	ficha técnica	0	compra	en servicio
Proveedor de mantenimiento	Encargado dentro del hospital	Fecha de elaboración de la ficha	Etiqueta 0-no 1-sí 2-sticker a mano	Funcionamiento 0-dar de baja 1-perfecto funcionamiento 2-funciona con fallas		
Ceredent	Dra. Vivian Ulban	2016	1	0		
Ceredent	Dra. Vivian Ulban	2016	0	2		
Ceredent	Dra. Vivian Ulban	2016	0	0		

Imagen 1. Microsoft Excel utilizado en 2023 con inventario de cada área del hospital.

## IV. Mantenimiento y reparación

### A. Responsable del equipo

#### 1. Encargado

Se debe de tener una persona encargada exclusivamente a los dispositivos médicos del hospital debido a la carga de trabajo que pudiera llegar a generarse, además que haría los procesos más rápidos y eficientes. Las labores a realizar son:

- Selección y adquisición de equipos médicos
- Programación de mantenimientos
- Seguimiento de fallos a equipos médicos
- Agendar capacitaciones a personal de parte del proveedor
- Tener un inventario actualizado del equipo

#### 2. Elaboración de departamento de Ingeniería biomédica

Al tener un departamento de ingeniería biomédica dentro del hospital, se puede tener personal técnico capacitado para no solo dar seguimiento en algún reporte de fallo, si no también brindar algún servicio de calibración o reparación. Para ello, los proveedores podrían capacitar al personal interno, dando un beneficio no solo económico al hospital, si no también tener procesos más eficientes sin descuidar la atención de los pacientes. Además, el personal de este departamento pudiera promover el correcto uso de los equipos bajo los estándares de seguridad y regulación adecuados.

### B. Registro de mantenimiento

#### 1. Control de inventario y mantenimientos

Se puede crear documentos utilizando Microsoft Excel tanto para el control del inventario por área del hospital como para el control de los mantenimientos preventivos. En la [Imagen 1](#), se puede observar los datos que debería de contener esta hoja de cálculo, teniendo que ingresarlo manualmente y por área todo.

A continuación, se puede observar otra hoja de cálculo creada para el hospital en donde manualmente debería de ingresar los equipos de la hoja de cálculo de inventario, y configurar cuándo le toca mantenimiento preventivo a cada uno.

Hospital Materno Infantil Juan Pablo II DE CÁRITAS ARQUIDIOCESANA		Fecha: 21/11/2023		Enero																																			
UBICACIÓN	EQUIPO	ACTIVIDAD	DÍA DE INICIO	FRECUENCIA	1-ene	2-ene	3-ene	4-ene	5-ene	6-ene	7-ene	8-ene	9-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene				
					lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
	Equipo A	Mantenimiento Preventivo	1/01/2024	Diario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Equipo B	Mantenimiento Preventivo	2/01/2024	Anual	X																																		
	Equipo C	Mantenimiento Preventivo	3/01/2024	Semestral		X																																	
	Equipo D	Mantenimiento Preventivo	4/01/2024	Bimestral			X																																
	Equipo E	Mantenimiento Preventivo	5/01/2024	Mensual				X																															
	Equipo A	Mantenimiento Preventivo	6/01/2024	Quincenal					X																	X													
	Equipo B	Mantenimiento Preventivo	7/01/2024	Semanal						X															X														
	Equipo C	Mantenimiento Preventivo	8/01/2024	Anual							X																												
	Equipo D	Mantenimiento Preventivo	9/01/2024	Diario								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Equipo E	Mantenimiento Preventivo	10/01/2024	Anual									X																										
	Equipo A	Mantenimiento Preventivo	11/01/2024	Anual										X																									
	Equipo B	Mantenimiento Preventivo	12/01/2024	Anual											X																								
	Equipo C	Mantenimiento Preventivo	13/01/2024	Anual												X																							
	Equipo D	Mantenimiento Preventivo	14/01/2024	Anual													X																						

Imagen 2. Herramienta creada para un control de mantenimientos preventivos.

DÍA DE INICIO	FRECUENCIA	1-ene
1/01/2024	Diario	lun
2/01/2024	Anual	
3/01/2024	Semestral	
4/01/2024	Trimestral	
5/01/2024	Bimestral	
6/01/2024	Mensual	
7/01/2024	Quincenal	
8/01/2024	Semanal	
9/01/2024	Semanal	
10/01/2024	Diario	

Imagen 3. Despliegue de "Día de Inicio" y "Frecuencia", en donde automáticamente al modificar esa casilla para un equipo se modificará en el calendario.

## 2. Aplicación de gestión inventario y control de mantenimientos

Debido a que las hojas de cálculo pueden llegar a ser bastante manual y tardado, se recomienda la adquisición de un software donde automáticamente unifique la parte de inventariado y planificación de mantenimientos preventivos.

La siguiente aplicación fue creada para el hospital como parte de un trabajo de graduación de la estudiante Kelly Rodríguez.

La página inicial deja seleccionar las opciones de: registrar equipo, ver equipos registrados, catálogo y mantenimientos. Por lo que es más fácil ingresar los nuevos equipos adquiridos y al mismo tiempo revisar el inventario, pudiendo actualizar.

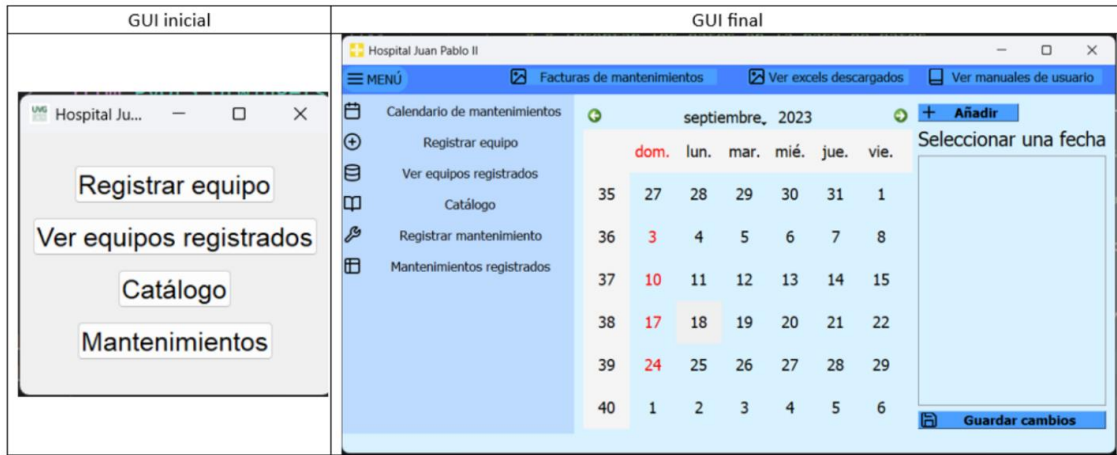


Figura 1. Página de inicio.

Esta es la pantalla que se desplegará al registrar un nuevo dispositivo adquirido en donde se deben de llevar los campos de datos pedidos.

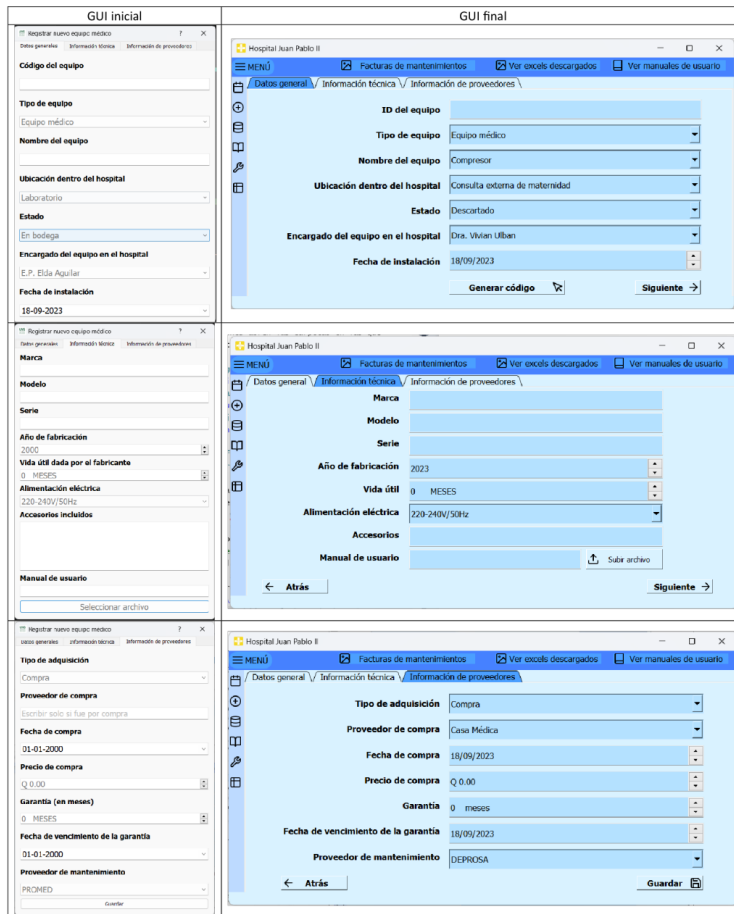


Figura 2. Página de registro nuevo equipo.

Página en donde se puede revisar y verificar los equipos registrados, en donde se puede filtrar por área o tipo de dispositivo.



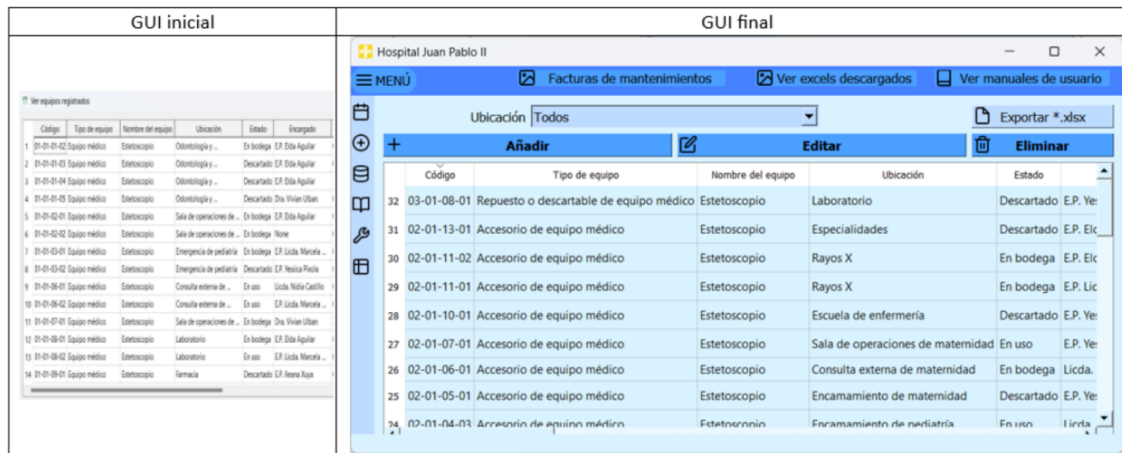


Figura 3. Página para ver equipos registrados.

Esta última página servirá para registrar los mantenimientos preventivos que ya ha tenido un dispositivo y los futuros, haciendo más fácil saber cuándo debería de recibir este servicio. Al tenerlo así de automático, la probabilidad de que un equipo médico se dañe por dejar pasar su mantenimiento preventivo disminuirá.

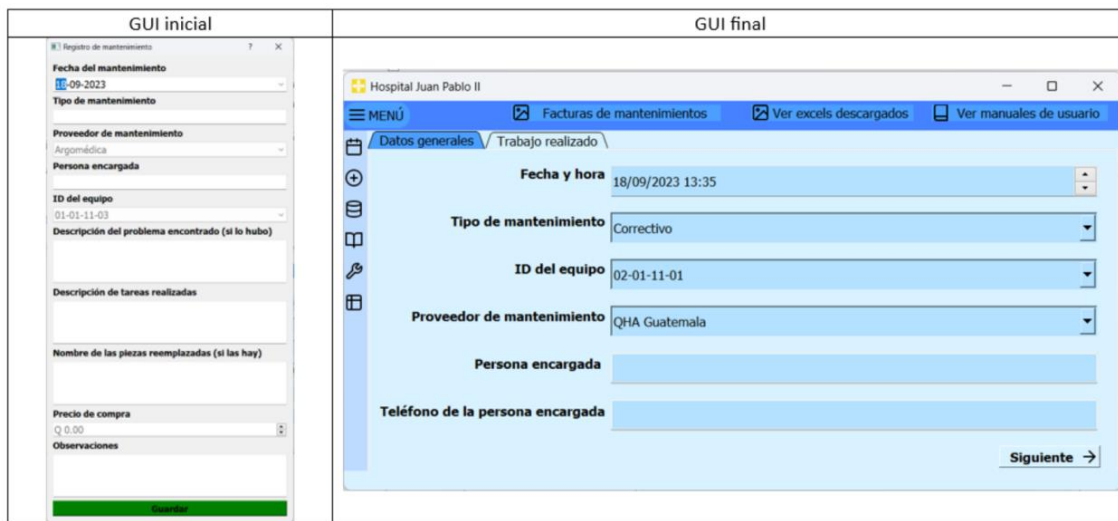


Figura 4. Página de registro de mantenimiento nuevo.

## V. Descarte de dispositivos

Para dar de baja un dispositivo del hospital, ya sea por mal funcionamiento u obsolescencia, se debe de pasar por un proceso contable interno. El procedimiento estándar debe incluir la identificación al dispositivo a descartar, generar una carta del encargado autorizando el descarte del equipo, realizar una valoración tomando en cuenta el precio original y la depreciación, actualización de los registros contables y remoción del área donde se encontraba para ser desechado. Luego de esto, se debe descartar el equipo siguiendo las normas y regulaciones establecidas.

El Código de Salud de Guatemala dado por el Decreto Número 90 - 97 y el Acuerdo Gubernativo no. 509-2001 establecen que el Ministerio de Salud controlará todo el proceso de solicitud de adquisición de dispositivos médicos en los hospitales, hasta la compra, uso y desecho debido que corresponde. Sin embargo, no hay ningún decreto que de lineamientos de cómo desechar dispositivos electrónicos, incluyendo biomédicos, por lo que se recomiendan lo siguiente para un desecho correcto.

- Contactar al proveedor o fabricante: preguntar si tienen programas de devolución o reciclaje para el dispositivo.
- Contactar a un lugar especializado en recolección y descarte de dispositivos electrónicos (e-waste).

Se deben buscar empresas u organizaciones que sean expertos en descartes de dispositivos electrónicos. Debido a la composición de los equipos, sus componentes pueden ser clasificados como: reciclables, peligrosos, recuperables, no reciclables y otros (EPA, 2015). Esta clasificación puede variar, por lo que la empresa de descarte de e-waste pedirá un inventario de los dispositivos a descartar con especificaciones técnicas y clasificarlos adecuadamente.

En Guatemala existe la organización “e-waste Guatemala”, ellos están certificados para lidiar con desechos electrónicos y su descarte adecuado. También, cuando se encuentran químicos peligrosos se debe pagar Q5 por libra para una incineración certificada.

Forma de contacto

Tel. 4472-7672

Tel. 4469-4662

Correo electrónico: [ew@ewastedequatemala.org](mailto:ew@ewastedequatemala.org)

## VI. Anexos

### A. Anexo 1

Tabla comparativa para cotizaciones del mismo dispositivo médico a evaluar

Información General	
Nombre de dispositivo médico:	Fabricante
Número de modelo:	Fecha de elaboración de propuesta
Departamento solicitante (Área del hospital):	
Necesidades específicas:	
<input type="checkbox"/>	Mejora de eficiencia
<input type="checkbox"/>	Mejorar seguridad del paciente/personal médico
<input type="checkbox"/>	Actualización tecnológica necesaria

Análisis de costos	
Costo de adquisición	Q -
Costos continuos (mantenimientos, consumibles, etc.)	
Mantenimientos	Q -
Consumibles	Q -

Características y funcionalidades	
Características principales:	
Facilidad de uso y seguimiento	
<input type="checkbox"/>	Interfaz amigable para el operador
<input type="checkbox"/>	Compatibilidad con sistema hospitalario (HIS-RIS-PACS)
<input type="checkbox"/>	Avalado por entes reguladores internacionales y nacionales
<input type="checkbox"/>	Capacitación continua al personal

## Referencias y recursos adicionales de ayuda

1. GS1 Guatemala. 2023. [https://www.gs1gt.org/servicios/publicaciones/boletin\\_sector\\_salud.html](https://www.gs1gt.org/servicios/publicaciones/boletin_sector_salud.html)
2. Congreso de la República. 2001. Acuerdo Gubernativo No. 509-2001. Extraído de: <https://www.ambiente.com.gt/images/material/AG%20509-2001.pdf>
3. Congreso de la República. 1998. Decreto Número 90-97. Extraído de: <https://medicamentos.mspas.gob.gt/index.php/legislacion-vigente/decretos?download=292%3Acodigo-de-salud#:~:text=Todos%20los%20habitantes%20de%20la%20Rep%C3%ABlica%20est%C3%A1n%20obligados%20a%20velar,viven%20y%20desarrollan%20sus%20actividades.>
4. Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) Laws and Regulations | US EPA. 2015. US EPA. <https://www.epa.gov/rcra>