



**Implementación de herramientas audiovisuales para capacitar al personal asistencial del Hospital Alma Máter de Antioquia en el uso adecuado de tecnología biomédica con mayor incidencia de mantenimientos correctivos haciendo uso de TICs**

Gabriel Antonio Guerrero Silva

Trabajo de grado en modalidad semestre de industria presentado para optar al título de  
Bioingeniero

Asesora

Jenny Kateryne Aristizábal Nieto, Magíster (MSc) en Ingeniería Biomédica

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Bioingeniería  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

Cita	Guerrero Silva [1]
<b>Referencia</b>	[1] G. A Guerrero Silva, “Implementación de herramientas audiovisuales para capacitar al personal asistencial del Hospital Alma Mater de Antioquia en el uso adecuado de tecnología biomédica con mayor incidencia de mantenimientos correctivos haciendo uso de TICs”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2023.
Estilo IEEE (2020)	



Coordinador de prácticas académicas Bioingeniería: Javier Hernando García Ramos.

Asesora interna: Jenny Kateryne Aristizábal Nieto.

Asesora externa: Blanca Yaneth Garzón Parada.

Hospital Alma Máter de Antioquia, Área de ingeniería biomédica.



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/director:** Julio César Saldarriaga Molina.

**Jefe departamento:** John Fredy Ochoa.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

El desarrollo del presente trabajo va dedicado a mis padres, hermanos, sobrinos, amigos y profesores, puesto que son la base y el pilar de mi vida y los que me han apoyado día a día en mi crecimiento tanto académico como personal. También a todas las personas que pude conocer en este increíble espacio que fue la UdeA, por haber compartido conmigo experiencias, valores y conocimientos durante mi etapa universitaria.

## **Agradecimientos**

Agradecimientos a toda mi familia por su apoyo incondicional durante mi desarrollo personal y académico, a la Universidad de Antioquia por abrirme las puertas en un lugar espectacular donde conocí a mucha gente valiosa y me enseñaron a ser un buen compañero, a los docentes del departamento de Bioingeniería por impartir todo su conocimiento y enseñanzas para llegar a ser un excelente profesional, al Hospital Alma Máter de Antioquia por brindarme experiencia, aprendizaje y permitirme hacer parte de su proyecto laboral.

## TABLA DE CONTENIDO

RESÚMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. OBJETIVOS .....	12
<b>2.1. Objetivo general.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
3. MARCO TEÓRICO.....	13
<b>3.1. La capacitación como herramienta para una organización .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.1. Ventajas acerca del desarrollo de un plan de capacitación virtual.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Mantenimiento .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1. Mantenimiento preventivo (MP) .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2. Mantenimiento correctivo (MC) .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Gestión de la tecnología biomédica .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.1. Importancia del área de ingeniería biomédica en la gestión tecnológica. ....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Monitor de signos vitales (MSV) .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1. MSV Mindray Benevision N12.....</b>	<b>17</b>
4. METODOLOGÍA .....	19
<b>4.1. Búsqueda de información .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Identificación y caracterización .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Creación del libreto y guías rápidas .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4. Desarrollo del contenido audiovisual.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Evaluación de impacto .....</b>	<b>22</b>
5. RESULTADOS.....	25

<b>5.1. Caracterización mantenimientos correctivos</b> .....	25
<b>5.2. Evaluación de alternativas</b> .....	32
<b>5.3. Herramientas audiovisuales</b> .....	33
<b>5.4. Test de impacto</b> .....	34
<b>6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	39
<b>6.1. Identificación y caracterización</b> .....	39
<b>6.2. Desarrollo del contenido audiovisual</b> .....	40
<b>6.3. Evaluación de impacto</b> .....	40
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	42
<b>9. ANEXOS</b> .....	43

## LISTA DE TABLAS

TABLA I. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2020.....	20
TABLA II. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2021.....	20
TABLA III. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2022.....	21
TABLA IV. CAUSALES MC MSV FEBRERO 2020.....	21
TABLA V. CAUSALES MC MSV FEBRERO 2021.....	21
TABLA VI. MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS 2020,2021,2022 HAMA.....	25
TABLA VII. CARACTERIZACIÓN MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS FEBRERO 2020.....	27
TABLA VIII. CARACTERIZACION MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS OCTUBRE 2021.....	28
TABLA IX. PUNTUACIÓN GLOBAL EVALUACIÓN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	34
TABLA X. PUNTUACIÓN GLOBAL EVALUACIÓN MSV MINDRAY BENEVISION N12.....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de gestión de la tecnología biomédica[7].....	16
Figura 2. MSV Mindray Benevision N12[10]. .....	18
Figura 3. Diagrama de la metodología planteada para el desarrollo del proyecto. ....	19
Figura 4. Evaluación Gestión de la Tx. ....	23
Figura 5. Evaluación de impacto MSV Mindray Benevision N12.....	23
Figura 6. Gráfica Mantenimientos Correctivos (MC) Hospital Alma Máter de Antioquia.....	26
Figura 7. MC febrero 2020. ....	29
Figura 8. MC octubre 2021.....	30
Figura 9. Gráfica de causales de MC en los MSV en febrero 2020. ....	31
Figura 10. Gráfica de causales de MC en los MSV en octubre 2021. ....	31
Figura 11. Diagrama del guión planteado para el video de gestión de la tecnología.....	32
Figura 12. Evidencia de la primera prueba del video. ....	33
Figura 13. Videos correspondientes al resultado final del proyecto. ....	34
Figura 14. Gráfica del resultado global de la evaluación de gestión de la Tecnología. ....	36
Figura 15. Gráfica del resultado global de la evaluación del MSV Mindray Benevision N12.....	36
Figura 16. Resultados evaluación Gestión de la Tecnología. ....	37
Figura 17. Resultados evaluación MSV Mindray Benevision N12.....	38

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>MSV</b>	Monitor de Signos Vitales
<b>MC</b>	Mantenimiento Correctivo
<b>MP</b>	Mantenimiento Preventivo
<b>ECRI</b>	Emergency Care Research Institute
<b>TX</b>	Tecnología
<b>HAMA</b>	Hospital Alma Máter de Antioquia
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>FC</b>	Frecuencia Cardíaca
<b>FR</b>	Frecuencia Respiratoria
<b>ECG</b>	Electrocardiograma
<b>PA</b>	Presión Arterial
<b>T°</b>	Temperatura
<b>SPO2</b>	Saturación Parcial de Oxígeno
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>O2</b>	Oxígeno
<b>PiCCO</b>	Pulse Contour Cardiac Output
<b>ScvO2</b>	Saturación de Oxígeno Venoso Central
<b>ICG</b>	Cardiografía de Impedancia

---

## RESÚMEN

En este trabajo se expone paso a paso la creación de herramientas audiovisuales las cuales tienen como objetivo capacitar al personal asistencial del hospital Alma Máter de Antioquia (HAMA) en el uso adecuado del equipo biomédico con mayor incidencia de reportes de mantenimientos correctivos en los últimos tres años y el conocimiento del ciclo de gestión de la tecnología biomédica. Este informe se presenta como proyecto final de la practica académica en modalidad semestre de industria. El aprendizaje y el conocimiento acerca de la gestión de la tecnología biomédica mediante capacitaciones es un tema de suma importancia en la actualidad, que muchas instituciones y centrales de salud vienen implementando como marco de trabajo seguro y confiable. Esta metodología optimiza la labor del personal de salud en cuanto a un buen manejo y prevención de riesgos de la tecnología en cada institución, ya que se instruye al personal y se enseñan estos procesos de manera interactiva frente a cualquier necesidad que se requiera.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se implementaron herramientas audiovisuales para la ejecución y evaluación de las capacitaciones. La metodología parte de 4 videos o módulos que posteriormente fueron cargados a la plataforma de teleeducación usada en el HAMA. El primer video consiste en la descripción de cada proceso que lleva a cabo el ciclo de gestión de la tecnología y los demás videos corresponden a la presentación, operación y alarmas del monitor de signos vitales (MSV) respectivamente. Con este trabajo se logró satisfacer y responder a las necesidades del personal asistencial de la institución y se explicó de forma simplificada y concisa el rol de un ingeniero biomédico y el conocimiento del buen manejo del equipo con mayor incidencia en mantenimientos correctivos el cual fue el MSV marca Mindray y modelo Benevision N12. Los resultados obtenidos en este proyecto demostraron un buen alcance a lo esperado inicialmente, los videos permitieron enseñar e informar de forma sencilla y concreta al personal asistencial en torno a cada uno de los procesos que se llevan a cabo sobre la gestión de la tecnología biomédica en una institución de salud como lo es el HAMA.

***Palabras clave* —, Capacitación, Monitor de signos vitales, Gestión de la Tecnología, Herramientas audiovisuales.**

---

## ABSTRACT

In this work, the creation of audiovisual content is exposed step by step, which aims to train the healthcare staff of the Alma Mater Hospital in Antioquia in the proper use of biomedical equipment with the highest incidence and corrective maintenance reports in the last three years. This report is presented as the final project of the academic internship. Learning and knowledge about the management of biomedical technology through training is a topic of great importance today, which many institutions and health centers have been implementing as a safe and reliable framework. This methodology optimizes the work of health care professional in terms of good management and risk prevention of biomedical technology, since these processes are instructed and taught interactively against any need that is required.

For this reason, audiovisual tools are implemented for the execution and evaluation of training. The methodology is based on 4 videos or modules that were later uploaded to the tele-education platform used at the Alma Mater Hospital in Antioquia. The first video consists of the description of each process carried out by the technology management cycle and the other videos correspond to the presentation, operation, and alarms of the vital signs monitor (MSV) respectively. With this work, it was possible to satisfy and respond to the needs of the institution's healthcare personnel and the role of a biomedical engineer and the knowledge of the proper management of the equipment with a greater incidence in corrective maintenance, which was the vital signs monitor Mindray brand and Benevision N12 model, was explained in a simplified and concise manner. The results obtained in this project showed a good reach than initially expected, the videos allowed teaching and informing the healthcare staff in a simple and concrete way, each one of the processes that are carried out on the management of biomedical technology in a health institution such as the Alma Mater Hospital in Antioquia.

***Keywords* — Training, Vital Signs Monitor, Technology management, Audiovisual tools**

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En toda entidad o institución prestadora de servicios de salud (IPS) se realiza la dotación de equipos y tecnología biomédica y se realiza la toma de decisiones en cuanto al análisis estratégico de las necesidades tecnológicas, como parte del proceso de evaluación y adquisición, esto se ve reflejado gracias a la aplicación de la gestión de la tecnología como fuente de información confiable sobre aspectos relevantes de los recursos destinados a la compra o adquisición, sostenimiento, instalación y entrenamiento del personal que opera dicha tecnología. Todo esto con el objetivo de respaldar y garantizar su adecuado funcionamiento y lograr satisfacer los requisitos clínicos, la ejecución de los mantenimientos, las calibraciones, el seguimiento, control y la disposición final del equipo cuando este ya haya cumplido su tiempo de vida útil [1].

Una de las instituciones a nivel internacional más mencionadas es la “*Emergency Care Research Institute*” (ECRI) que respalda la investigación médica, ya que se ha guiado por el gran impacto que ha generado la inclusión de la tecnología en salud, llevándola a publicar una adaptación o revisión del programa de control del equipamiento médico en la revista “Dispositivos de salud”, la cual considera que es primordial el reportar los daños que ocasiona el mal manejo de la tecnología médica enfocada en la atención al paciente, y a prestar atención al proceso de adquisición de los dispositivos gestionando los contratos de servicios con el fin de evitar la presencia de incidentes y eventos adversos de cualquier tipo, donde se perjudique la integridad del paciente [2].

El Hospital Alma Máter de Antioquia cuenta con el área de ingeniería biomédica, el cual es un servicio que garantiza la gestión de cada una de las etapas del ciclo de la tecnología biomédica de toda la institución, además cuenta con procedimientos establecidos para realizar los reportes que se consideran importantes según la ECRI. Sin embargo, el quehacer de este servicio es aún desconocido por varios de los empleados de la institución, incluso por el personal de salud, por lo que es necesario que las personas adquieran el conocimiento sobre lo que hace un ingeniero biomédico dentro de la institución. Entre las actividades realizadas por parte del personal de ingeniería se encuentran también los reportes de mantenimientos correctivos de los equipos en diferentes servicios, muchos de estos reportes son a causa del mal manejo o simplemente por el reemplazo de un accesorio del dispositivo debido al daño irremediable ocasionado por parte del empleado. Con motivo de fomentar y fortalecer el conocimiento acerca del rol de un ingeniero

---

biomédico y del buen manejo del equipo con más incidencia de MC en la institución, se propone una estrategia, metodológica con un plan de divulgación de toda la información relacionada anteriormente.

## 2. OBJETIVOS

### *2.1. Objetivo general*

Implementar herramientas audiovisuales para capacitar al personal asistencial del Hospital Alma Máter de Antioquia en el uso adecuado de la tecnología biomédica con mayor incidencia en mantenimientos correctivos de forma eficiente, satisfactoria y pertinente, haciendo uso de las TICS.

### *2.2. Objetivos específicos*

- Caracterizar las solicitudes de los mantenimientos correctivos desde los distintos servicios del Hospital Alma Máter e identificar cuál es la tecnología con mayor incidencia en mantenimientos correctivos.
- Establecer la herramienta adecuada que permita un mayor impacto en la capacitación al personal asistencial sobre la tecnología biomédica con mayor incidencia en daños haciendo uso de las recomendaciones del fabricante.
- Definir un guión con la información técnica que será compartida al personal asistencial en las actividades de capacitación por medio de dicha herramienta.
- Implementar la herramienta audiovisual establecida con el alcance planeado.
- Evaluar el impacto del uso de esta herramienta con el fin de cuantificar los resultados obtenidos a través de esta.

---

### 3. MARCO TEÓRICO

#### ***3.1. La capacitación como herramienta para una organización***

En la literatura podemos indagar y encontrar gran variedad de definiciones que obedecen al término de capacitación, ahora bien, dependiendo a cuál sea la problemática y la temática involucrada para esta actividad podemos definirla de distinta manera. Para ello, varias organizaciones han estudiado esta estrategia y han atendido la descripción de su esencia de investigación según la cual menciona “la capacitación consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador”[3]. La implementación de herramientas y métodos estratégicos para que los trabajadores adquieran habilidad, conocimiento y experiencia en el manejo de sus funciones laborales se ha venido construyendo durante mucho tiempo, es por esto que es importante brindar espacios en los cuales cada colaborador tenga el derecho de capacitarse mediante un mecanismo sistematizado y eficiente.

Esta herramienta se convirtió en un bien necesario debido a la dificultad de los colaboradores en alcanzar sus logros, metas, propósitos y objetivos en las organizaciones. Cada conocimiento adquirido por la capacitación conlleva a nuevos retos y deberes según las acciones correspondientes a cada rol que emplea la persona en la institución. Estas nuevas responsabilidades le posibilitan al personal los conocimientos suficientes para que puedan tomar decisiones propias, ya que antes solo se dependía de alguien con más conocimiento respecto al desempeño el cual está ejerciendo[4].

#### ***3.1.1. Ventajas acerca del desarrollo de un plan de capacitación virtual.***

Para llevar a cabo una capacitación en cualquier organización se debe tener en cuenta algunas de las metodologías y estrategias ya establecidas, las cuales serán fundamentalmente evaluadas según la necesidad de la institución. Así pues, una capacitación de manera virtual posibilita una mayor cobertura del personal que asista a la actividad, puesto que muchas de las empresas cuentan con una cantidad reducida del personal por motivo de asignación de turnos. De este modo, si los colaboradores toman esta capacitación de manera presencial lo tendrían que hacer

fuera del horario laboral, lo cual implicaría un desgaste considerable para el trabajador. Por otra parte, el hecho de ser educación virtual la inversión sería menor a la educación presencial, y no requiere que el colaborador descuide sus actividades normales, lo que facilita la ejecución de procesos sin ningún tipo de retraso por esta causa[3].

### ***3.2. Mantenimiento***

El mantenimiento puede definirse como una serie de procesos sujetos a las instalaciones y reparaciones de los equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. Específicamente el mantenimiento de los equipos médicos se puede dividir en dos principales categorías: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo[5].

#### ***3.2.1. Mantenimiento preventivo (MP)***

El mantenimiento preventivo son aquellas actividades que se realizan antes de que ocurra el daño garantizando una prolongación de la vida útil de cualquier equipo biomédico o evitando que se produzca un incidente con estos dispositivos[5]. En este tipo de mantenimiento se registran todos los datos de lo sucedido de manera sistematizada y se emplean actividades como:

- Lubricación periódica.
- Detectar causas que puedan originar fallas en un futuro.
- Capacitación y entrenamiento permanente.
- Análisis de productividad.
- Mediciones.
- Mantenimientos programados periódicos.
- Mantenimientos planificados.
- Toma de datos, información.
- Reportes de actividades realizadas.
- Mejora continua de los equipos y procesos.

---

### **3.2.2. *Mantenimiento correctivo (MC)***

El mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos es considerado un proceso por el cual se reestablece, restaura o repara de manera eficiente los parámetros de dicho dispositivo medico con el objetivo de corregir su funcionamiento, involucrando actividades administrativas y técnicas para asegurar las herramientas, repuestos, instrumentos y accesorios a fin de terminarlo a un plazo determinado[6].

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento presenta algunas ventajas indiscutibles:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos

### **3.3. *Gestión de la tecnología biomédica***

La gestión de un equipo biomédico es el conjunto de conocimientos y procesos sistemáticos para proporcionar, gestionar y determinar la tecnología en cuanto a costos efectivos en una unidad médica o institución prestadora de servicios de la salud. Estas técnicas implican la detección de subprocesos que van desde la planeación, evaluación, adquisición, instalación, mantenimiento, capacitación, uso, obsolescencia hasta la disposición final del equipo médico [2]. Mediante este proceso un ingeniero biomédico juega un papel importante en una institución de salud, debido a que no solo se encarga de organizar y administrar cada etapa, sino que también opera en cada servicio realizando chequeos diarios garantizando un buen uso de la tecnología por parte del personal. De esta manera, están capacitados en dar entrenamientos en el manejo adecuado de los equipos evitando que haya incidentes adversos con pacientes.

### 3.3.1. Importancia del área de ingeniería biomédica en la gestión tecnológica.

Es importante tener en cuenta que la seguridad del paciente hoy en día es el interés fundamental de todos los sistemas de atención en salud, lo que lleva a la necesidad del personal asistencial a estar capacitado en resolver los problemas comúnmente frecuentes en la mala atención del paciente por mal uso o falla técnica de un equipo médico. Por este motivo, es elemental el desarrollo de un programa de gestión tecnológica a largo plazo por parte de ingeniería biomédica, que incorpore todas las funciones en los diferentes niveles de organización (estratégico, táctico y operativo) con el propósito principal que es disminuir riesgos financieros, asistenciales y tecnológicos[7].

De esta manera, todos y cada uno de los subprocessos del ciclo de gestión de la tecnología biomédica (Ver Figura 1) contribuyen a la buena atención del paciente y al buen desarrollo de una organización de salud.

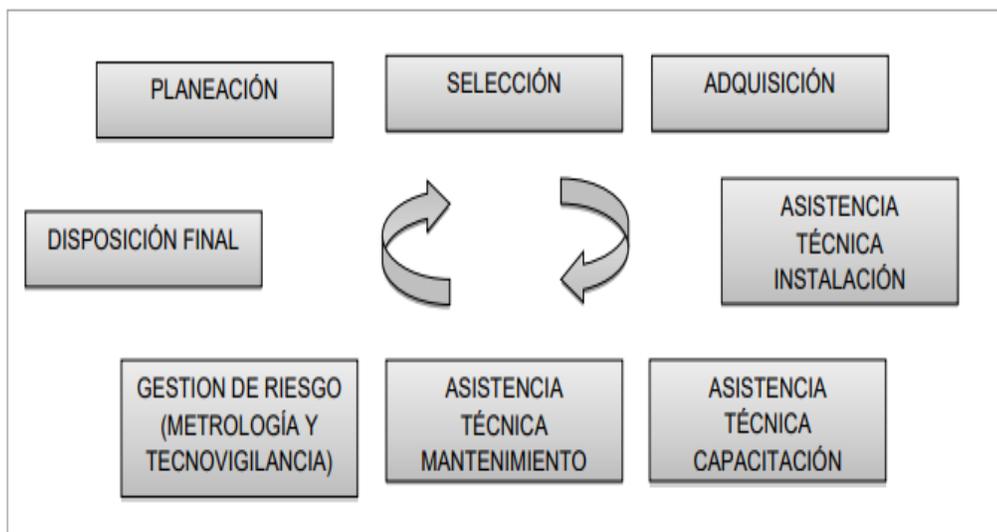


Figura 1. Ciclo de gestión de la tecnología biomédica[7]

### 3.4. Monitor de signos vitales (MSV)

Un monitor de signos vitales (MSV) es un equipo o dispositivo médico que nos facilita la medición, detección, el procesamiento continuo de los parámetros fisiológicos de un paciente. Además, presenta un sistema de alarmas que se activan cuando existe una situación adversa o fuera de los límites deseados. Este instrumento multifuncional que fue diseñado para monitorizar los signos vitales de una persona adulta permite visualizar en tiempo real la actividad de cada parámetro fisiológico y registrarlo mediante un análisis integral[8].

En un MSV, los signos vitales son señales o reacciones fisiológicas que se presentan en el cuerpo y que revelan las funciones básicas del organismo; estos parámetros indican el estado hemodinámico y cardiorrespiratorio de un paciente. Se consideran como principales parámetros fisiológicos que el equipo monitorea: La frecuencia cardiaca (FC) que es obtenida mediante la señal de los electrodos del electrocardiograma, la frecuencia respiratoria (FR) que es obtenida indirectamente mediante la señal ECG o con la señal del pulsioxímetro, la presión arterial (PA) obtenida mediante un manguito neumático y un brazalete insuflador (forma no invasiva) o por medio de un catéter insertado directamente en la arteria del paciente (forma invasiva), temperatura periférica (T°) obtenida mediante un sensor, la saturación parcial de oxígeno (SPO<sub>2</sub>) que es obtenida mediante un pulsioxímetro y por último la señal eléctrica del corazón que es adquirida por medio del electrocardiograma[9].

En definitiva y con el propósito de ofrecer un apoyo y realizar continuamente un monitoreo de estas señales vitales, se tienen equipos biomédicos que asisten el proceso y la detección de la función fisiológica de una persona; tanto los monitores de signos vitales como las bombas de infusión son de esos equipos electrónicos y mecánicos que evalúan, recolectan, indican y dan soporte a la vida de un paciente sujeto a una vigilancia constante[9].

#### **3.4.1. MSV Mindray Benevision N12**

Este es un monitor de alta gama fabricado por la compañía Mindray que ofrece una alta resolución, gran ángulo de visión, pantalla clara multicolor y táctil de forma que los usuarios pueden manipular y revisar los datos del paciente de manera rápida y fácil. Este equipo brinda datos fisiológicos en tiempo real, facilitando la toma de decisiones clínicas a los profesionales sanitarios. La serie Benevision N trae consigo distintas tecnologías de monitorización con nuevas aplicaciones desarrolladas[10]. En la Figura 2 se muestra con más claridad el módulo del MSV Mindray Benevision N12 con sus diferentes parámetros.

- **Cardiología:** monitorización de  $\Delta$ ST y plantillas de segmentos ST, medidas en tiempo real de QT/QTc. Interpretación de Glasgow en reposo de 12 derivaciones.
- **Hemodinámica y volumetría:** monitorización mínimamente invasiva de PiCCO y ScvO<sub>2</sub>, monitorización de gasto cardíaco no invasivo con módulo ICG.

- **Mecánica ventilatoria y análisis de gases vía aérea:** Módulo de CO<sub>2</sub> +O<sub>2</sub> en una ranura, mediciones volumétricas de CO<sub>2</sub> y metabólicas AION Multi-Gas + mecánica respiratoria SPIRIT.
- **Perfusión tisular:** INVOS rSO<sub>2</sub> proporciona una medida no invasiva y continua de los cambios en la saturación regional de oxígeno de la sangre en la circulación microvascular del tejido.
- **Neurología:** 4 canales EEG BIS/BISx4 NMT avanzado.



Figura 2. MSV Mindray Benevision N12[10].

## 4. METODOLOGÍA

A continuación, se puede ilustrar con más detalle la metodología planteada para satisfacer cada uno de los objetivos del proyecto mediante la Figura 3.

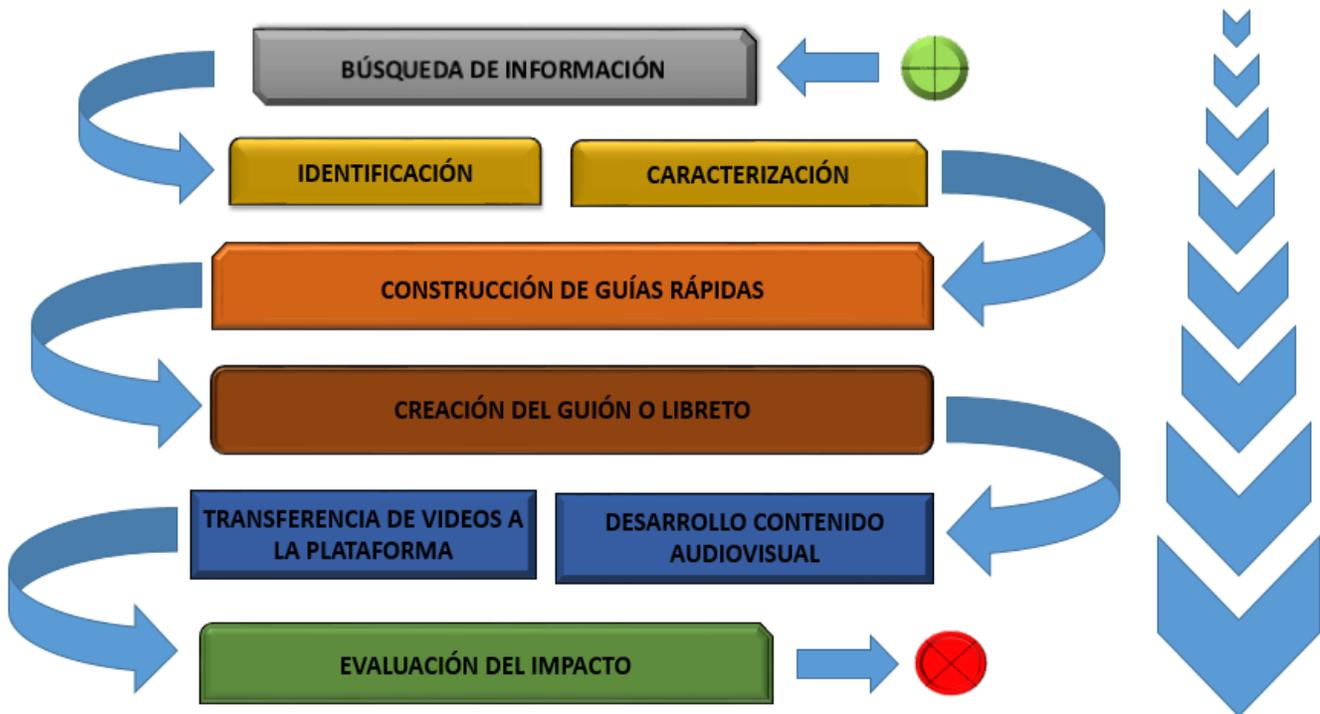


Figura 3. Diagrama de la metodología planteada para el desarrollo del proyecto.

### 4.1. Búsqueda de información

Para el desarrollo del proyecto inicialmente se realizó una revisión constante del servidor del Hospital Alma Máter de Antioquia (HAMA) donde se encuentra un archivo (ver anexo A) que contiene la caracterización de las solicitudes de mantenimientos correctivos de los distintos servicios y la documentación relacionada a cada fase del ciclo de gestión de la tecnología. De tal forma que se fue encontrando las distintas tecnologías reportadas para mantenimiento desde el año 2014 hasta el mes de agosto del año 2022.

En el archivo se muestra el servicio, tipo de tecnología, marca, modelo, tecnólogo encargado de la ejecución y causal por el cual fue solicitado con su respectivo año.

#### 4.2. Identificación y caracterización

Filtrando toda la información se eligió un rango de reportes de los últimos 3 años, es decir, se tomaron en cuenta solamente los años 2020, 2021 y 2022. Posteriormente se caracterizaron los datos más pertinentes que se encontraron en cada año y se creó un archivo en Excel (ver anexo B) donde se tabularon todos los datos correspondientes a cada mes de cada año.

En cada pestaña del archivo Excel se establecieron 3 tablas que corresponden a la información de cada mes (enero hasta diciembre) de los años 2020, 2021 y 2022 y dos parámetros importantes los cuales fueron: tipo de tecnología y servicio como se puede observar en la TABLA I, TABLA II y TABLA III.

TABLA I. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2020.

jul-20							
SERVICIO	BASCULA	LARINGOSCOPIO	RAYOS X	UNIDAD ODONTOLÓGICA	VENTILADOR	MONITOR DE SIGNOS VITALES	TOTAL
CIRUGIA	0	1	0	0	0	2	3
MAGISTERIO	0	0	0	0	0	1	1
MEDICINA INTERNA	0	0	0	0	0	1	1
ODONTOLOGIA	0	0	1	3	0	0	4
ORTOPEDIA	0	0	0	0	0	1	1
QUIRURGICA	0	0	0	0	0	1	1
UCI	0	1	0	0	4	2	7
URGENCIAS	1	0	0	0	0	2	3
TOTAL	1	2	1	3	4	10	21

TABLA II. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2021.

jul-21						
SERVICIO	GENERADOR ULTRASONICO	MAQUINA DE ANESTESIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES	UNIDAD ODONTOLÓGICA	VENTILADOR	TOTAL
CIRUGIA	0	1	0	0	0	1
MEDICINA INTERNA	0	0	1	0	0	1
ODONTOLOGIA	1	0	0	1	0	2
URGENCIAS	0	0	1	0	2	3
TOTAL	1	1	2	1	2	7

TABLA III. SOLICITUDES PARA MC DEL MES DE JULIO DEL AÑO 2022.

jul-22											
SERVICIO	GLUCO METRO	DESFI BRILADOR	TERMO HIGROMETRO	ELECTRO CARDIO GRAFO	FONENDO SCOPIO	MOTOR DE OTORRINO	TENSIO METRO	LARINGO SCOPIO	VENTI LADOR	MONITOR DE SIGNOS VITALES	TOTAL
BANCO DE SANGRE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CENTRAL DE ESTERILIZACION	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
CIRUGIA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
CONSULTA EXTERNA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
HOSPITALIZACION	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3
INGENIERIA	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
MEDICINA INTERNA	2	0	0	0	1	0	0	0	0	6	9
UCE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
UCI	0	0	0	1	0	0	0	1	2	6	10
URGENCIAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	2	1	1	1	1	1	1	2	5	19	34

Se seleccionaron los 2 meses con mayor cantidad de reportes en todos los 3 años y se identificó el tipo de tecnología con más incidencia de MC haciendo un promedio entre el total de equipos solicitados de cada mes con el total de cada tecnología ejecutada. De esta forma, también se obtuvieron los datos del motivo o causa por el cual fue solicitado el MC de dicha tecnología como se ilustra en la TABLA IV y en la TABLA V.

TABLA IV. CAUSALES MC MSV FEBRERO 2020.

**CAUSAS MC MONITOR DE SIGNOS VITALES FEBRERO 2020**

Falla técnica Accesorios Mal manejo  
3 38 4

TABLA V. CAUSALES MC MSV FEBRERO 2021.

**CAUSAS MC MONITOR DE SIGNOS VITALES OCTUBRE 2021**

Falla técnica Accesorios Mal manejo  
1 30 0

---

### ***4.3. Creación del libreto y guías rápidas***

Para desarrollar el contenido audiovisual y con respecto a la información encontrada en los anteriores pasos, se redactó un guion con toda la información requerida para satisfacer las necesidades establecidas en la justificación del proyecto, recolectando y compilando la información de interés sobre el ciclo de gestión de la tecnología en un archivo en Word (ver anexo C).

Para realizar los videos del monitor, previamente se analizó y se estudió el contenido mediante videos en YouTube para un buen manejo del tiempo, espacio y discurso a la hora de estar hablando y todo esto se llevó a un archivo PDF (ver anexo D) como parte de un guion.

### ***4.4. Desarrollo del contenido audiovisual***

Durante esta fase se grabaron los videos con la ayuda del servicio de comunicaciones del Hospital Alma Mater de Antioquia. La información suministrada sobre la gestión de tecnología biomédica se presta a comunicaciones quienes se encargan de desarrollar un video con ilustraciones animadas. En cambio, los videos del MSV Mindray Benevision N12 fueron grabados en un espacio adecuado con buena iluminación y herramientas de audio y video aptas para el servicio, posterior a esto, el servicio de comunicaciones se encarga de editar cada uno de los videos (ver anexos E, F, G y H).

### ***4.5. Evaluación de impacto***

Como última fase del proyecto se relaciona la evaluación del primer módulo que corresponde a la de gestión de la tecnología (Figura 4), y los módulos 2, 3 y 4 se relacionan con la evaluación vista en el segundo video que corresponde al monitor de signos vitales (Figura 5). Además, se solicitó un espacio virtual a talento humano del HAMA en la plataforma de teleeducación para subir los videos y las evaluaciones.

Se implementó un cuestionario de 15 preguntas por cada temática de los videos, para el ciclo de gestión de la Tx (ver anexo I) e igualmente para el MSV Mindray Benevision N12 (ver anexo J). Para cada evaluación se escogieron al azar 10 preguntas que se debían responder antes de ver los videos para evaluar los conocimientos previos del personal asistencial, esto se conoce como el Pretest. Luego se escogieron 10 preguntas igualmente al azar que se tenían que realizar después de ver los videos, se le conoce como el Postest, esto con el fin de evaluar el impacto del

conocimiento adquirido mediante los videos montados en la plataforma después de presentar la prueba.

**EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN**

**GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

  
**IPS UNIVERSITARIA**  
Servicios de Salud  
Universidad de Antioquia

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Seleccione la respuesta correcta:

1. ¿Qué papel importante cumple un Ingeniero Biomédico en el Hospital Alma Mater de Antioquia?
  - a. Se encargan de evaluar la tecnología biomédica para su disposición final
  - b. Es el área encargada de adquirir y comprar los equipos biomédicos en la institución
  - c. El Ingeniero biomédico es aquel que mediante una serie procedimientos se encarga de gestionar y evaluar la tecnología biomédica en la institución.
2. ¿El objetivo del proceso de gestión de la tecnología existente en la institución es?:
  - a. Garantizar la continuidad del proceso de contratación de personal asistencial
  - b. Proveer las herramientas para la interventoría de los proyectos

Figura 4. Evaluación Gestión de la Tx.

**EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN**

**MONITOR DE SIGNOS VITALES MINDRAY BENEVISION N12**

  
**IPS UNIVERSITARIA**  
Servicios de Salud  
Universidad de Antioquia

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Este cuestionario consta de 15 preguntas de selección múltiple, las cuales van enfocadas en retroalimentar el conocimiento sobre el buen manejo del monitor de signos vitales Mindray Benevision N12.

1. La sustancia adecuada para realizar la limpieza del monitor de signos vitales (MSV) es:
  - a. Klorkleen
  - b. Alcohol Isopropilico
  - c. Varsol
  - d. Todas las anteriores
2. El módulo de parámetros del MSV Mindray Benevision N12 no posee un seguro de bloqueo para evitar que lo extraigan fácilmente:
  - a. Verdadero
  - b. Falso

Figura 5. Evaluación de impacto MSV Mindray Benevision N12.

---

La cantidad de preguntas y el grado de dificultad de los cuestionarios se desarrollaron de tal forma que los usuarios puedan tener 3 intentos para realizarlo, es decir, por cada oportunidad de realizar la prueba, de manera aleatoria se escogían 10 de las 15 preguntas distintas a las anteriores. El formato de cada evaluación fue simple, con preguntas de selección múltiple y única respuesta, y se calificó en porcentaje en un intervalo de 10 en 10 hasta llegar a su máxima nota que es 100. Las encuestas fueron aplicadas a todo el personal del hospital.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Caracterización mantenimientos correctivos

Durante los últimos tres años se registraron una cantidad total de 1310 equipos a los cuales se les ha ejecutado mantenimiento correctivo dentro del Hospital Alma mater de Antioquia. Lo anterior se puede evidenciar en la TABLA VI.

TABLA VI. MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS 2020,2021,2022 HAMA

Año	Mes	Cantidad	Total
2020	Enero	57	562
	Febrero	122	
	Marzo	71	
	Abril	27	
	Mayo	46	
	Junio	36	
	Julio	21	
	Agosto	32	
	Septiembre	50	
	Octubre	43	
	Noviembre	37	
	Diciembre	20	
2021	Enero	41	431
	Febrero	38	
	Marzo	13	
	Abril	40	
	Mayo	29	
	Junio	13	
	Julio	7	
	Agosto	12	

	Septiembre	47	
	Octubre	86	
	Noviembre	63	
	Diciembre	42	
	Enero	51	
	Febrero	50	
	Marzo	25	
	Abril	34	
2022	Mayo	51	317
	Junio	32	
	Julio	34	
	Agosto	40	

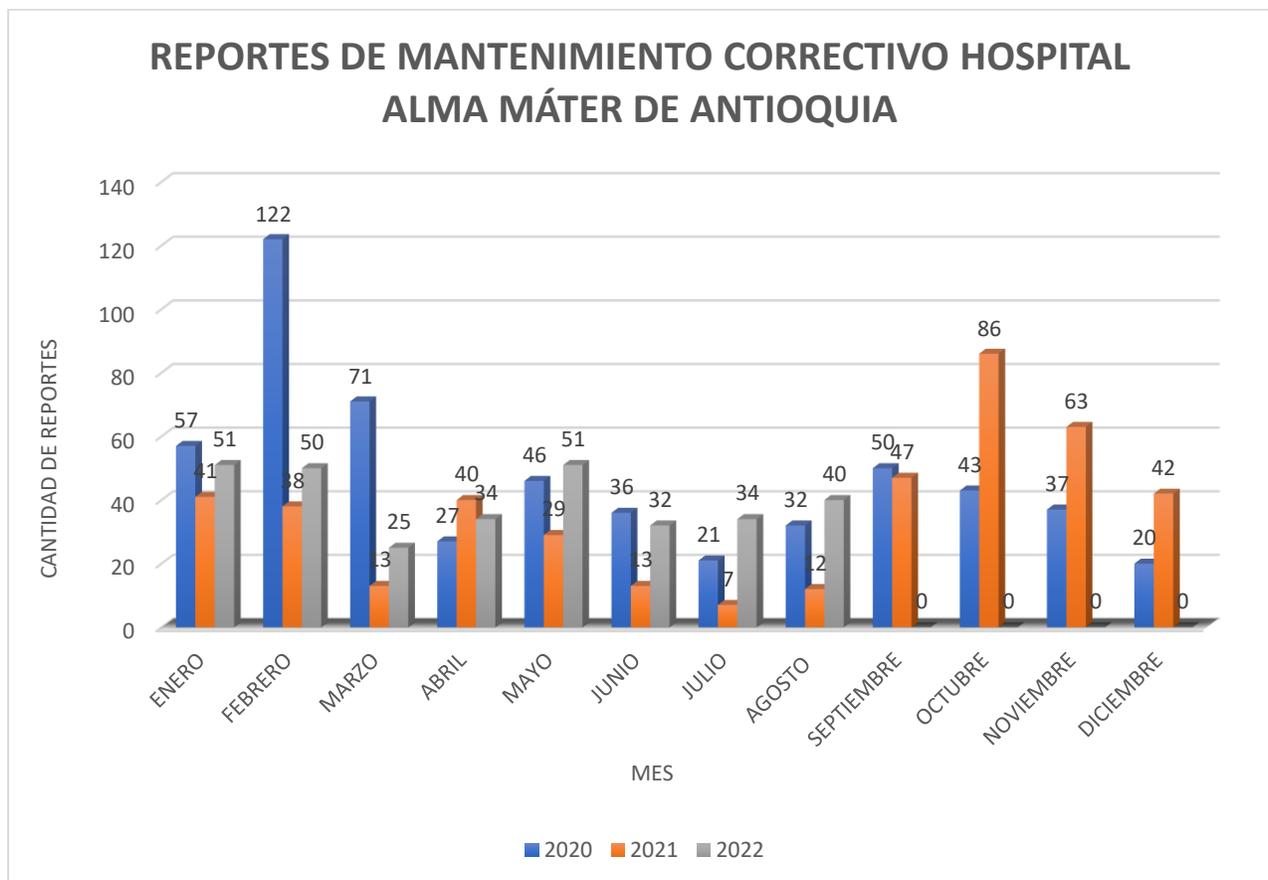


Figura 6. Gráfica Mantenimientos Correctivos (MC) Hospital Alma Mater de Antioquia.

La Figura 6 muestra el seguimiento de la cantidad de reportes de cada mes durante los últimos tres años. En el eje X se tiene el mes y en el eje Y el indicador del número total de reportes, la barra azul indica la cantidad total de reportes de lo que serían todos los meses del año 2020, barra anaranjada del año 2021 y barra gris del presente año 2022.

Se eligieron dos meses para su estudio, debido a que presentan la mayor cantidad de reportes con respecto a los otros meses. En febrero del año 2020 y en octubre del año 2021, se obtuvo la mayor cantidad de ejecuciones de mantenimientos correctivos con un total de 122 y 86 equipos respectivamente. En la TABLA VII y TABLA VIII se puede observar el tipo de tecnología reportada en cada fecha y el total de ejecuciones:

TABLA VII. CARACTERIZACIÓN MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS FEBRERO 2020

Equipo	Total
Aspiradora portátil	3
Bascula	4
Bascula pediátrica	1
Bomba de infusión	14
Calentador de paciente	1
Compresor vascular	2
Consola de contrapulsación	1
Desfibrilador	1
Electrocardiógrafo	4
Electrobisturí	3
Ecocardiógrafo	1
Equipo de órganos	4
Esterilizador	5
Estimulador de nervio	1
Fonendoscopio	1
Fotóforo	1
Frontoluz	1
Fuente de luz	2
Glucómetro	1
Intensificador de imagen	3
Lampara cielítica	2
Lampara de cuello de cisne	1
Máquina de anestesia	3
Mesa de cirugía	1
Micromotor quirúrgico	1
Monitor de signos vitales	45
Neumoinсуflador	1

---

Procesador de video	1
Sensor de temperatura	1
Tensiómetro	3
Tensiómetro digital	1
Unidad de oftalmología	1
Unidad odontológica	4
Ventilador	2
Videolaringoscopio	1

---



---

TABLA VIII. CARACTERIZACION MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS OCTUBRE 2021

Equipo	Total
Compresor vascular	6
Desfibrilador	2
Dispositivo de presión negativa	1
Glucómetro	1
Lampara de fotocurado	1
Laringoscopio	1
Localizador de ápice	1
Máquina de anestesia	1
Monitor Bis	1
Monitor de signos vitales	31
Pletismógrafo vascular	4
Regulador de vacío	17
Tensiómetro	3
Unidad odontológica	8
Ventilador	7

---



---

Para ilustrar mejor el resultado se graficó la información de las dos tablas, de esta forma se obtuvo la Figura 7 que corresponde a los hallazgos encontrados para el mes de febrero 2020 y la

Figura 8 para el mes de octubre 2021, en las cuales se puede notar con claridad la diferencia que hay en la cantidad de reportes encontrados y tabulados para cada tecnología.



Figura 7. MC febrero 2020.

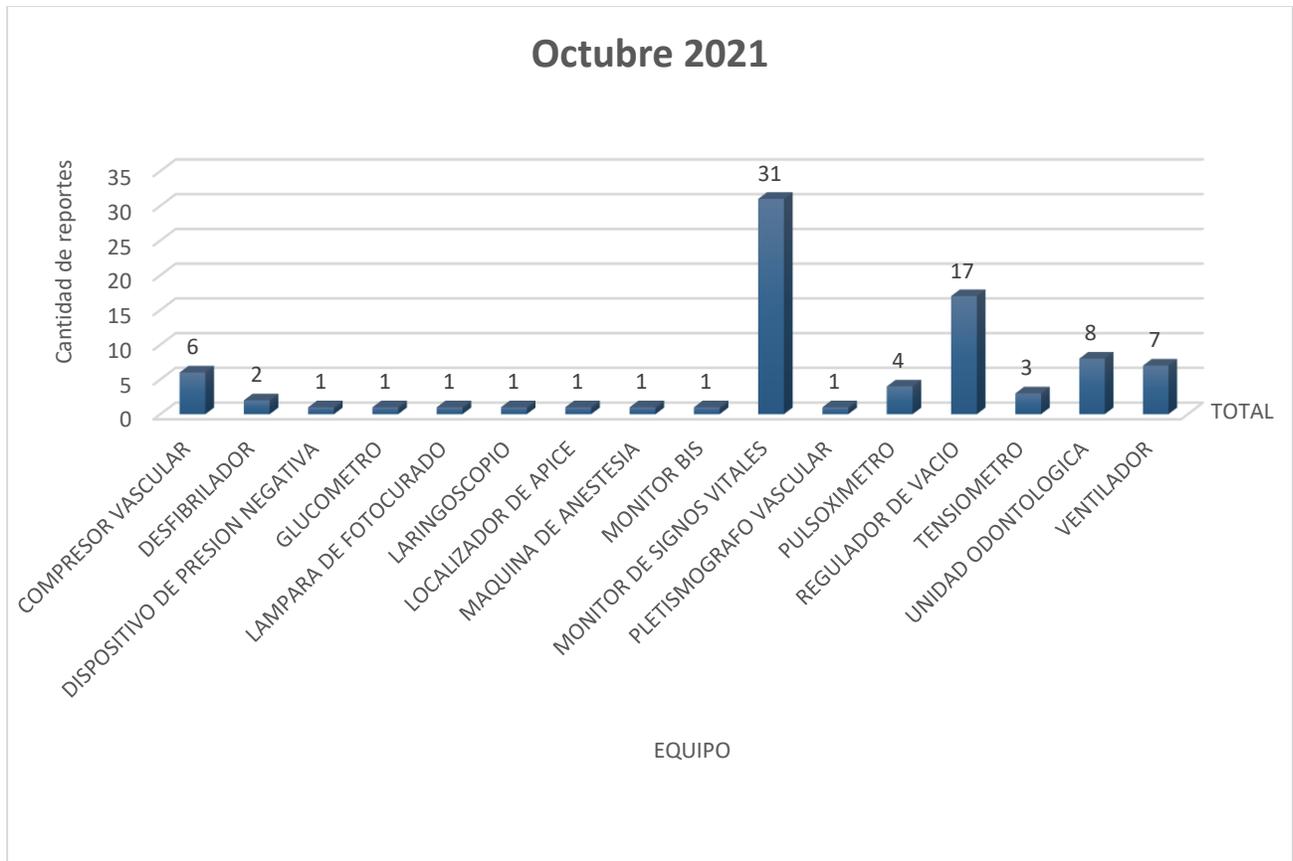


Figura 8. MC octubre 2021.

En cada fecha se evaluó el tipo de causales por las cuales estos equipos fueron reportados. Para el caso del mes de febrero en 2020 se vio un resultado de 84,44% de solicitudes por accesorios, 8,88% de solicitudes por mal manejo y un 6,66% de solicitudes por falla técnica. En la Figura 9 podemos ilustrar los hallazgos dichos anteriormente:

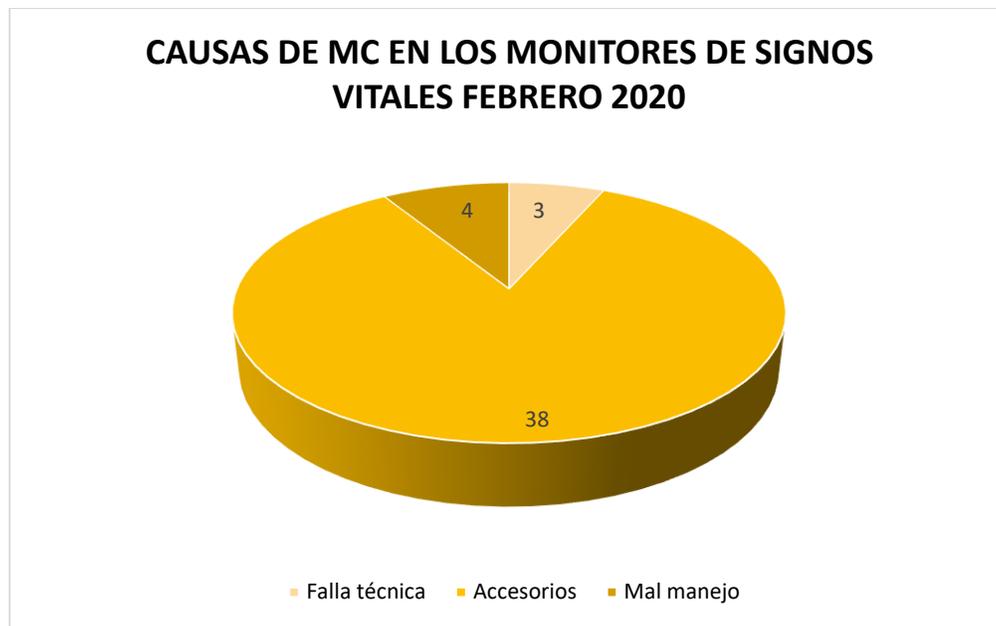


Figura 9. Gráfica de causales de MC en los MSV en febrero 2020.

De la misma manera, para el caso del mes de octubre en 2021 se vio un resultado de 84,44% de solicitudes por accesorios, 8,88% de solicitudes por mal manejo y un 6,66% de solicitudes por falla técnica como indica la Figura 10:

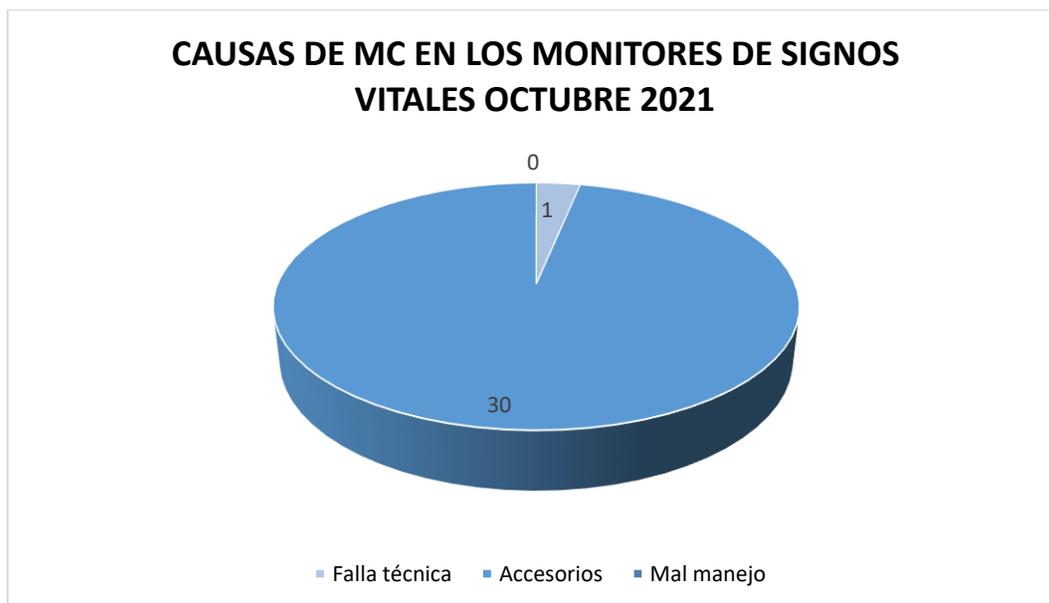


Figura 10. Gráfica de causales de MC en los MSV en octubre 2021.

## 5.2. Evaluación de alternativas

En el periodo de evaluación y análisis de necesidades se tuvo una reunión con la jefe encargada del área de Ingeniería Biomédica del Hospital Alma Máter de Antioquia con motivo de tratar las problemáticas que indican la cantidad de reportes y solicitudes que se habían presentado en los servicios durante los últimos años. Con respecto a esos resultados, se llegó a la conclusión de diseñar una estrategia en la cual los trabajadores/trabajadoras adquieran el conocimiento no tanto del buen uso del equipo biomédico con más incidencia que fue el MSV sino que también para mostrarles el rol que cumple el Ingeniero Biomédico en la institución, por lo que se decide implementar herramientas audiovisuales las cuales van encaminadas a capacitar a los servicios sobre el ciclo de gestión de la tecnología y del Monitor de signos vitales (MSV) marca Mindray y modelo Benevision N12. Para ello fue necesario la creación de un guion de referenzación con toda la información que se busca brindar como lo muestra la Figura 11:

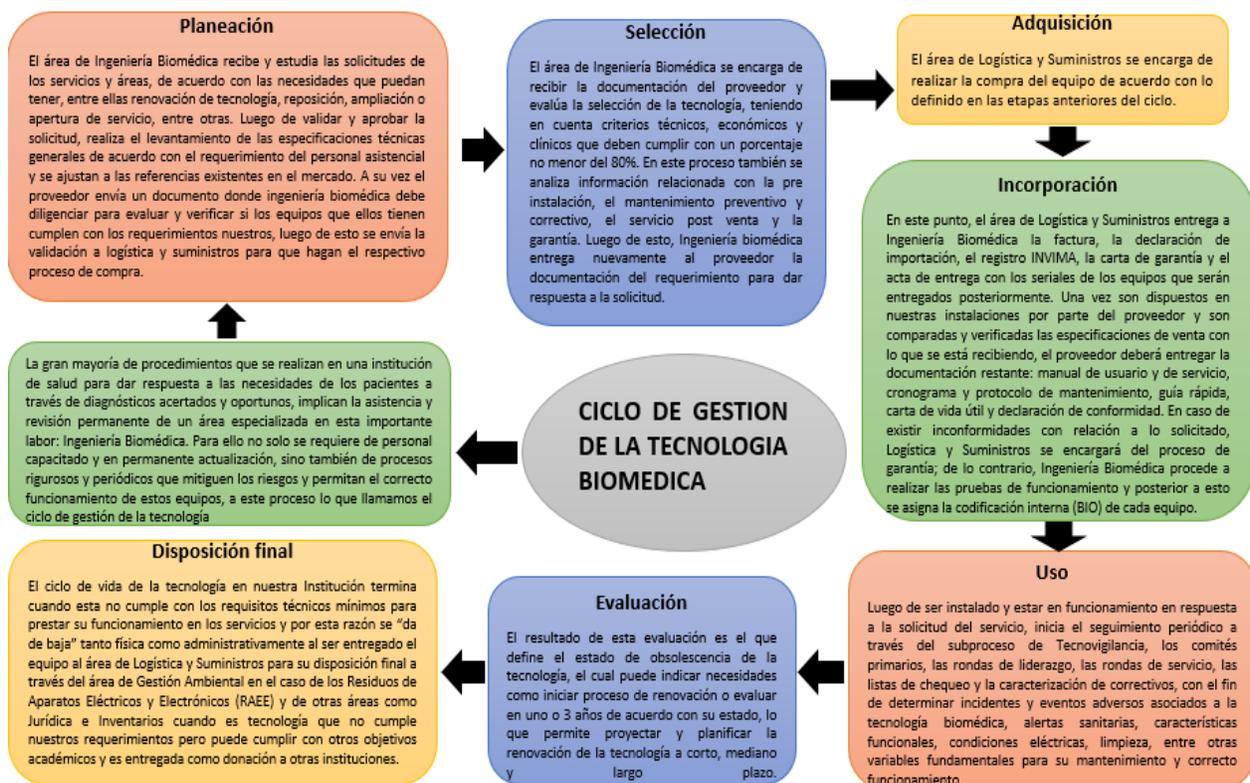


Figura 11. Diagrama del guión planteado para el video de gestión de la tecnología.

Posteriormente se presenta el primer video de prueba (ver Figura 12) realizado con respecto al guion y al escenario escogido, para este video se tuvo como voluntario un integrante del área de

ingeniería biomédica como paciente de prueba en conjunto con el equipo y accesorios necesarios para la prueba:



Figura 12. Evidencia de la primera prueba del video.

### ***5.3. Herramientas audiovisuales***

El día 19 de julio de 2022 se programó la agenda con el servicio de comunicaciones para realizar el video, ese día se entregó el guión correspondiente a la información del ciclo de gestión de la tecnología para crearlo de manera animada y a su vez se procedió a grabar los videos sobre el MSV. El lugar escogido fue la oficina de la jefe de comunicaciones y el equipo biomédico fue sacado de la bodega de ingeniería biomédica el cual estaba en estado de soporte junto con todos sus accesorios. Para la conexión de los cables y la visualización de las señales en el monitor se usó un equipo patrón que sirve para simular los parámetros fisiológicos de un paciente. Los resultados son los mostrados en la Figura 13.



Figura 13. Videos correspondientes al resultado final del proyecto.

#### 5.4. Test de impacto

Los resultados de la evaluación de gestión de la tecnología se ven reflejados en la TABLA IX, donde se muestra el total de personas evaluadas según su cargo o profesión correspondiente, dando un total de 543 personas encuestadas. Los resultados en la evaluación del MSV Mindray Benevision N12 se muestran detalladamente en la TABLA X siendo un total de 440 personas encuestadas según su cargo o profesión.

TABLA IX. PUNTUACIÓN GLOBAL EVALUACIÓN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Oficio/Profesión	Total personal evaluado
Administrativos	68
Enfermeros	249
Atención prehospitalaria	5
Terapeutas	11
Farmacéutas	14
Médicos	25
Ingenieros	25
Microbiólogos	16
Contadores	5
Bacteriólogos	12
Abogados	2
Cirujanos	2
Odontólogos	7
Instrumentadores quirúrgicos	7
Estudiantes	26
Nutricionistas	6
Psicólogos	5
Otros	58

TABLA X. PUNTUACIÓN GLOBAL EVALUACIÓN MSV MINDRAY BENEVISION N12

Oficio/Profesión	Total personal evaluado
Administrativos	11
Enfermeros	283
Atención prehospitalaria	3
Terapeutas	9
Farmacéutas	3
Médicos	25
Biomédicos	4
Microbiólogos	7
Bacteriólogos	7
Abogados	1
Odontólogos	3
Instrumentadores quirúrgicos	8
Estudiantes	24
Nutricionistas	3
Psicólogos	2
Apoyo y Cuidados	10
Otros	37

El promedio de la puntuación del personal total de la evaluación de los conocimientos de “gestión de la Tecnología” en el Pretest fue de 75% y del Postest fue del 91% (ver Figura 14). Para la evaluación del MSV Mindray Benevision N12 en el Pretest se tuvo un 82% y en el Postest fue de 94% (ver Figura 15).

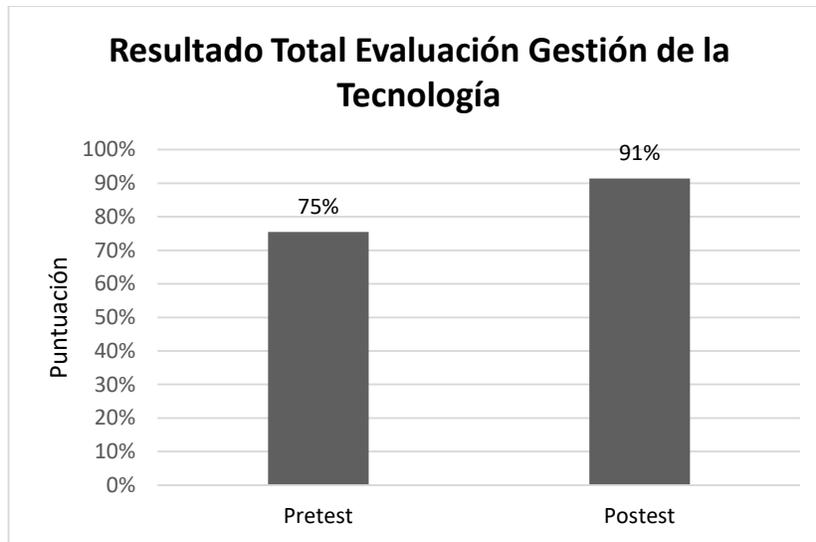


Figura 14. Gráfica del resultado global de la evaluación de gestión de la Tecnología.

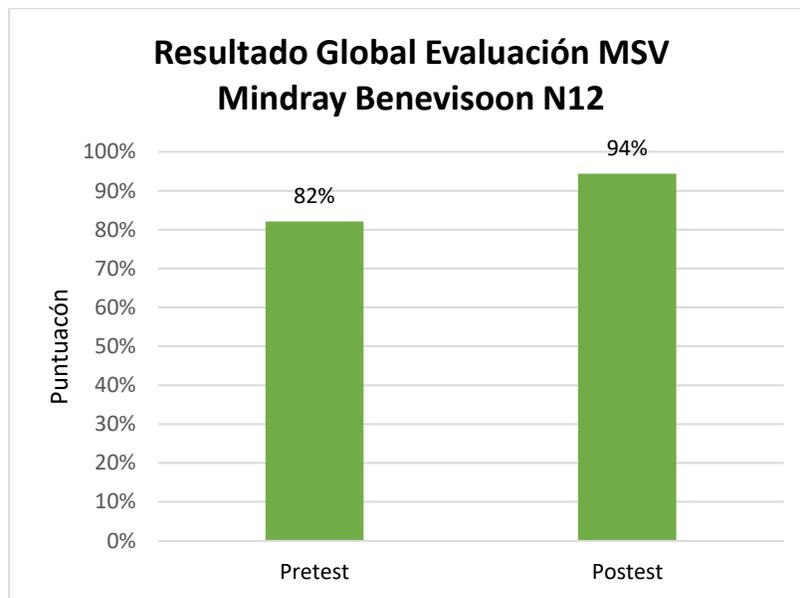


Figura 15. Gráfica del resultado global de la evaluación del MSV Mindray Benevision N12.

Para visualizar con más detalle los resultados de cada servicio, se graficaron las puntuaciones obtenidas para todo el personal del HAMA dividido por profesiones, que realizó el cuestionario de gestión de la Tecnología (ver Figura 16) y del MSV Mindray Benevision N12 (ver Figura 17), donde el eje X representa la profesión y el eje Y la puntuación promedio en porcentaje.

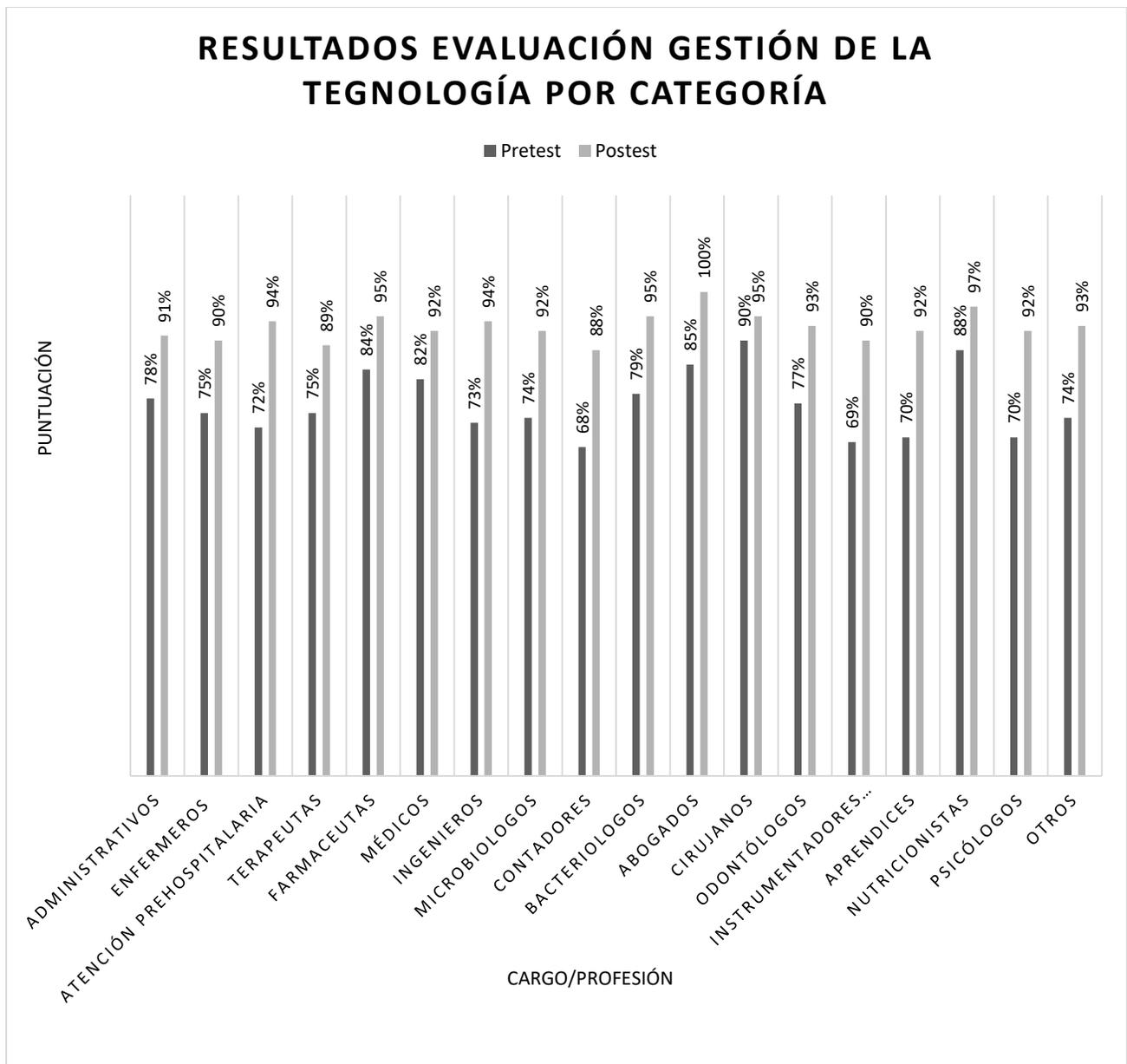


Figura 16. Resultados evaluación Gestión de la Tecnología.

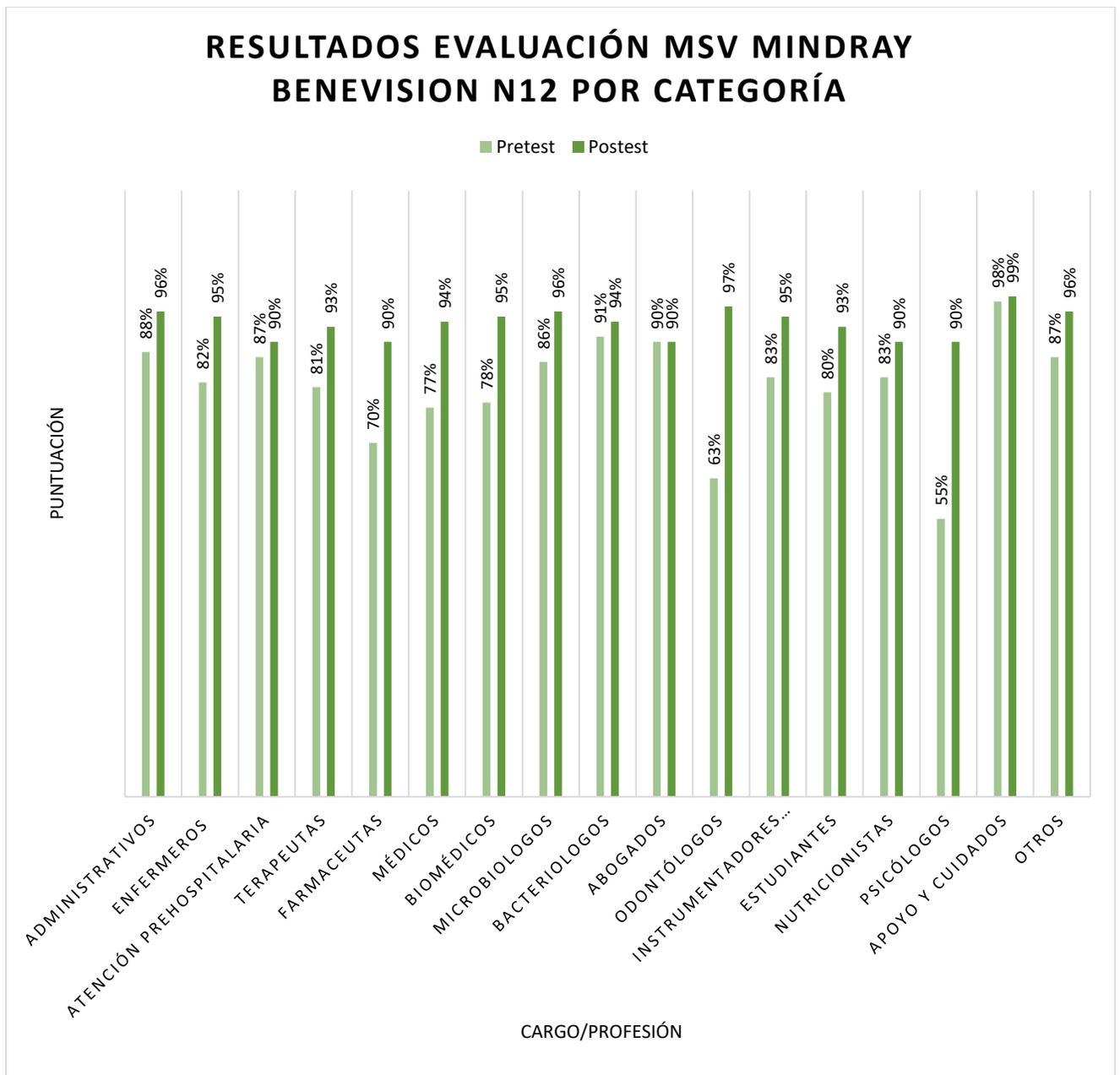


Figura 17. Resultados evaluación MSV Mindray Benevision N12

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### *6.1. Identificación y caracterización*

Teniendo en cuenta la cantidad de solicitudes de mantenimiento en los últimos tres años, febrero del 2020 y octubre del 2021 han sido los meses más críticos hasta el momento. Una de las razones por las cuales en febrero hubo tantos mantenimientos pudo haber sido porque en ese tiempo estábamos en pleno auge de una de las peores pandemias que han existido en el mundo, la demanda de infraestructura y de tecnología biomédica se desbordó por causa del COVID 19. De esta manera, el uso constante de todos los equipos por parte del personal asistencial requería de mantenimiento preventivo, correctivo o reposición.

Dentro de todos los equipos reportados, el monitor de signos vitales es la tecnología que más ha requerido mantenimientos correctivos, dando un 36.88% de los mantenimientos totales para el mes de febrero 2020 y un 36% para el mes de octubre 2021, pues es de los equipos biomédicos más dotados en cada servicio y con permanente uso, por lo cual hay mayor probabilidad de que sean reportados.

Según la revisión de las causas de MC para los MSV del mes de febrero del año 2020 (ver Figura 9), se evidencia que la mayor causa de estas solicitudes es por el cambio de accesorios, más específicamente las pinzas de SPO2 y brazaletes para NIBP, pertenecientes a la mayoría de los monitores de signos vitales, esto puede deberse a distintos factores: primero que estos accesorios son los que se mantienen en uso constante en los servicios, segundo que el personal del servicio no tiene muy claro el conocimiento de como conectar estos accesorios al equipo y también por el simple hecho de que el personal asistencial no es muy consciente de lo delicados que pueden ser estos cables. A comparación de los demás meses, la causa por fallas técnicas no se vio muy reflejada, dando idea de que la tecnología está funcionando correctamente, por último, no se tuvo un gran número de causales por el mal manejo del equipo, sin embargo, a pesar de que sea poca la cantidad se tiene en cuenta, ya que estos indicios muestran que el personal de los servicios no está siendo cuidadosos con los monitores, haciendo que se presenten desgastes y daños innecesarios, llevando a que el proceso de atención al paciente se vea afectado.

Para el caso del mes de octubre del año 2021 (ver Figura 10), se observa que el cambio de accesorios es la principal causal de MC, siendo nuevamente las pinzas de SPO2 y brazaletes para

---

NIBP los accesorios más afectados. Comparando el resultado con el mes de febrero del año 2020, se obtuvo solo un caso por falla técnica, lo que quiere decir que hay una mejoría en cuanto a la calidad de tecnología dotada en la institución. Por último, no se tuvo ninguna causa por el mal manejo, mostrando que el personal está garantizando un buen trato al equipo.

### ***6.2. Desarrollo del contenido audiovisual***

Al realizar la primera prueba del video hubo muchas fallas. En primer lugar, la calidad y la grabación del video no fueron las adecuadas, puesto que no fue grabado con una cámara que tuviera buena resolución. En segundo lugar, el escenario seleccionado no fue el más conveniente y por ello no se logró captar muy bien lo más importante que era grabar de manera detallada el equipo. Tercero, el video era muy extenso y por tanto sobrepasaba los límites de memoria para subirlo a la plataforma. Y, por último, no ocultar o cubrir la identidad del “sujeto de prueba” no cumplía con uno de los derechos de confidencialidad del paciente. Sin embargo, con ayuda de los equipos y herramientas del área de comunicaciones se logró solucionar estos problemas dando así un resultado satisfactorio.

### ***6.3. Evaluación de impacto***

Se puede apreciar en los resultados de las evaluaciones de impacto que, para el caso de gestión de la tecnología biomédica, el incremento en la calificación promedio del Postest frente al Pretest fue de un 16%, lo que muestra satisfactoriamente el cumplimiento del conocimiento adquirido por el video, se esperaba que el contenido tuviera un impacto positivo en el resultado del Pretest con respecto al Postest. Ahora bien, para el caso de los videos del MSV Mindray Benevision N12, con respecto al promedio de los resultados totales, el cual dio un incremento con una diferencia del 12%, se puede intuir que, a diferencia de la evaluación del ciclo de gestión de la Tx, esta prueba se solucionó con mayor facilidad y entendimiento, lo que quiere decir que el contenido fue claro y entretenido a la hora de estar visualizando el video de la capacitación. No hubo un cambio significativo en el resultado por categoría o profesión, sin embargo, el cargo que tuvo mejor puntaje fue el de abogados en el de gestión de la Tx y los de apoyo y cuidados en el del MSV.

---

## 7. CONCLUSIONES

El hospital Alma Máter de Antioquia dentro de sus carpetas del servidor mantiene un seguimiento ordenado de cada uno de los mantenimientos correctivos que se han llevado a cabo desde el año 2014 por lo que se logró caracterizar los reportes de los últimos 3 años por año, mes, servicio, tipo de tecnología y causal. De esta manera, los resultados estadísticos proporcionan la información necesaria para justificar que el personal de los servicios requiere ser capacitado sobre las buenas prácticas de la tecnología biomédica. La caracterización de los mantenimientos correctivos en los últimos 3 años permitió identificar el tipo de tecnología y la causa de reporte que más se ha ejecutado el cual fue el Monitor de Signos Vitales. Capacitar al personal asistencial de la institución sobre el buen manejo del monitor de signos vitales les facilitó un trabajo óptimo evitando así el riesgo y propagación de mantenimientos del equipo.

Para el desarrollo adecuado de las herramientas audiovisuales fue imprescindible crear una guía escrita con el paso a paso del proceso a seguir. Se concluye que la implementación de videos cortos, sistemáticos y dinámicos para transmitir los conocimientos e instrucciones es la manera más correcta para el Hospital Alma Máter de Antioquia. La información contenida en el video fue concreta y precisa garantizando una duración adecuada y por lo tanto un peso del archivo más apropiado para permitir subirlo a la plataforma. Las herramientas de edición de los videos brindadas por el servicio de comunicaciones lograron satisfacer las necesidades y requerimientos de un gran plan de capacitación virtual.

Los videos resolvieron satisfactoriamente las necesidades e inquietudes de los usuarios para la capacitación, las calificaciones de cada cuestionario muestran el alcance que se logró mediante una capacitación virtual, lo cual significa que el personal asistencial pudo comprender fácilmente la temática planteada en cada video y que no hubo inconvenientes a la hora de entender y prestar atención al contenido. Los resultados por categoría demostraron que la capacidad de adquirir la información o la facilidad de entender los videos no depende de la labor que se esté ejerciendo en la institución, por lo que como trabajo futuro se espera evaluar los videos a fin de contribuir en la reducción de reportes de repuestos del MSV, en especial de las pinzas de SPO2 y brazaletes para NIBP, ya que son los accesorios más afectados y solicitados para mantenimiento o reposición.

---

## 8. REFERENCIAS

- [1] K. Salazar, S. Botero, and C. Jimenez, “Panorama y desafíos de la gestión de tecnología biomédica en Colombia,” *Rev. Científica del Decanato Exp. Ciencias Económicas y Empres. Univ. Centroccidental “Lisandro Alvarado,”* vol. 10, pp. 22–45, 2016.
- [2] D. R. VARON SERNA, “Guia metodológica de Gestión Tecnológica para el Proceso de Adquisición de Activos de Tecnología Biomedica en el Eje Cafetero,” p. 142, 2019.
- [3] F. Jamaica, “Los beneficios de la capacitación y el desarrollo del personal de las pequeñas empresas,” *Tesis*, p. 18, 2015, [Online]. Available: [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7168/Trabajo final Fabian Jamaica \(1\).pdf;jsessionid=548AECB2104EE22D3D73192A5A36B299?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7168/Trabajo%20final%20Fabian%20Jamaica%20(1).pdf;jsessionid=548AECB2104EE22D3D73192A5A36B299?sequence=1) - Jamaica González Fabián Miguel.
- [4] "Seguridad e Higiene", class notes for Ing. Mario Jaureguiberry, FACULTAD DE INGENIERIA - Ingeniería Industrial, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, 2007
- [5] K. R. Revuelta Galvan, “Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario,” pp. 1–49, 2021.
- [6] D. Iv and L. Este, “Plan de Mantenimiento Preventivo del equipamiento Biomedico 2009,” pp. 1–28, 2009, [Online]. Available: [www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/.../PlanMantenimiento.pdf%5Cn](http://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/.../PlanMantenimiento.pdf%5Cn).
- [7] J. I. Alzate Parra, “SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA TECNOLOGÍA EN FASE POSTMERCADO PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS, ASISTENCIALES Y TECNOLÓGICOS BASADO EN EVIDENCIAS EN HOSPITALES PÚBLICOS ANTIOQUEÑOS DE ALTA COMPLEJIDAD,” 2019.
- [8] GIMA Professional Medical Products, *MONITOR DE SIGNOS VITALES Manual de usuario*. [En línea]. Disponible en <https://www.gimaitaly.com/DocumentiGIMA/Manuali/ES/M35132ES.pdf>.
- [9] A. Meneses Arévalo and D. Carola Toloza, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MONITOR DE SIGNOS VITALES BASADO EN UN COMPUTADOR PORTÁTIL PRODUCTO INTERMEDIO P02 ENCONTRADOS EN EL MEDIO ACTIVIDAD : A06 : Asesoría en el Análisis del Manejo del MSV encontrados en el medio .,” no. monitores multiparametros, pp. 1–31, 2006, [Online]. Available: <http://www.dalcame.com/>.
- [10] Catalogo No. ES-LA-BeneVision N17/N15/N12-210285x8P-20170109, Benevision N17/N15/N12 Monitor de pacientes, Mindray Bio-medical Electronics Co., Shenzhen, CN

## 9. ANEXOS

*Anexo A. CARACTERIZACION CORRECTIVOS AÑO 2014 A 2022*

*Anexo B. Caracterización MC Hospital Alma Mater de Antioquia*

*Anexo C. Libreto video gestión de la Tx*

*Anexo D. Guion videos MSV Mindray Benevision N12.*

*Anexo E. Ciclo Gestión de la Tecnología.*

*Anexo F. Presentación MSV Mindray Benevision N12.*

*Anexo G. Visualización de opciones MSV Mindray Benevision N12.*

*Anexo H. Alarmas MSV Mindray Benevision N12.*

*Anexo I. Evaluación capacitación gestión de la Tx*

*Anexo J. Evaluación capacitación MSV Mindray Benevision N12*

*Anexo K. Graficas resultados evaluación gestión de la Tx*

*Anexo L. Calificaciones gestión de la Tx*

*Anexo M. Calificaciones MSV Mindray Benevision N12*