



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ÓRDENES Y SOLICITUDES DE  
INGENIERÍA BIOMÉDICA REALIZADAS EN LA CLÍNICA  
CARDIOVID**

**Robinson Damián Pineda Arroyave**

**Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Bioingeniería  
Medellín, Colombia  
2020**



**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ÓRDENES Y SOLICITUDES DE INGENIERÍA  
BIOMÉDICA REALIZADAS EN LA CLÍNICA CARDIOVID**

**Robinson Damián Pineda Arroyave**

**Informe de practica como requisito para optar al título de:  
Bioingeniero**

**Asesor:  
MBA, Javier Hernando García Ramos  
Bioingeniera, Isabel Cristina Nájera**

**Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Bioingeniería  
2020**

## **ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE ÓRDENES Y SOLICITUDES DE INGENIERÍA BIOMÉDICA REALIZADAS EN LA CLÍNICA CARDIOVID**

### **TABLA DE CONTENIDO**

Resumen .....	6
Introducción.....	7
1. Objetivos.....	9
1.1. Objetivo general.....	9
1.2. Objetivos específicos .....	9
2. Marco Teórico .....	9
2.1. Generalidades de la gestión tecnológica .....	9
2.2. Mejora en la gestión tecnológica .....	13
2.3. Marco Regulatorio .....	13
2.4. Conceptos básicos de mantenimiento .....	14
2.4.1. Mantenimiento Correctivo.....	15
2.4.2. Mantenimiento Preventivo .....	15
2.5. Conceptos básicos de estadística descriptiva .....	16
2.5.1. Media .....	16
2.5.2. Desviación estándar .....	16
2.5.3. Coeficiente de desviación.....	17
2.5.4. Curtosis .....	17
3. Metodología.....	17
3.1. Tipo de estudio y población.....	17
3.2. Recolección de información .....	18
3.3. Caracterización de la dinámica del servicio.....	19
4. Resultados y Análisis .....	22
Conclusiones.....	62
Referencias Bibliográficas.....	64
Anexos .....	66

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ruta de mejoramiento gestión tecnológica .....	13
<b>Figura 2.</b> Proceso para la atención de una solicitud de servicio .....	19
<b>Figura 3.</b> Proceso de cálculo de horas hombre .....	20
<b>Figura 4.</b> Cálculo de horas estimadas para mantenimiento .....	21

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Normatividad y alcance empleada para el desarrollo del proyecto .....	14
<b>Tabla 2.</b> Camas habilitadas en la clínica CARDIOVID .....	18
<b>Tabla 3.</b> <i>Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimiento por año</i> .....	22
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de solicitudes de servicio .....	26
<b>Tabla 5.</b> Índice de relación de peso mantenimientos correctivos sobre mantenimientos preventivos más solicitudes de servicio.....	27
<b>Tabla 6.</b> Cantidad de horas destinadas para la ejecución de los mantenimientos preventivos por equipo. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Mantenimientos preventivos por mes en los años de estudio.....	39
<b>Tabla 8.</b> Solicitudes de servicio por mes en los años de estudio .....	40
<b>Tabla 9.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de enero en los años de estudio.....	42
<b>Tabla 10.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de febrero en los años de estudio. ....	42
<b>Tabla 11.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de marzo en los años de estudio.....	43
<b>Tabla 12.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de abril en los años de estudio. ....	43
<b>Tabla 13.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de mayo en los años de estudio.....	43
<b>Tabla 14.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de junio en los años de estudio. ....	43
<b>Tabla 15.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de julio en los años de estudio. ....	44
<b>Tabla 16.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de agosto en los años de estudio. ....	44
<b>Tabla 17.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de septiembre en los años de estudio. .	44
<b>Tabla 18.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de octubre en los años de estudio.....	44
<b>Tabla 19.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de noviembre en los años de estudio. .	45
<b>Tabla 20.</b> Datos estadísticos, mantenimientos mes de diciembre en los años de estudio....	45
<b>Tabla 21.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de enero en los años de estudio. ....	46
<b>Tabla 22.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de febrero en los años de estudio. ....	47
<b>Tabla 23.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de marzo en los años de estudio.....	47
<b>Tabla 24.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de abril en los años de estudio.....	47
<b>Tabla 25.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de mayo en los años de estudio. ....	47
<b>Tabla 26.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de junio en los años de estudio.....	48
<b>Tabla 27.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de julio en los años de estudio.....	48
<b>Tabla 28.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de agosto en los años de estudio. ....	48
<b>Tabla 29.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de septiembre en los años de estudio. ....	48
<b>Tabla 30.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de octubre en los años de estudio.....	49

<b>Tabla 31.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de noviembre en los años de estudio .....	49
<b>Tabla 32.</b> Datos estadísticos, solicitudes mes de diciembre en los años de estudio. ....	49
<b>Tabla 33.</b> Equipos con más solicitudes en el año 2015. ....	54
<b>Tabla 34.</b> Equipos con más solicitudes en el año 2016. ....	54
<b>Tabla 35.</b> Equipos con más solicitudes en el año 2017. ....	55
<b>Tabla 36.</b> Equipos con más solicitudes en el año 2018. ....	55
<b>Tabla 37.</b> Equipos con más solicitudes en el año 2019. ....	56
<b>Tabla 38.</b> Resultado de la encuesta realizada a los profesionales del servicio. ....	57

## LISTA DE GRAFICAS

<b>Grafica 1.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos por año.....	22
<b>Grafica 2.</b> Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2015 .....	23
<b>Grafica 3.</b> Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2016 .....	24
<b>Grafica 4.</b> Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2017 .....	24
<b>Grafica 5.</b> Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2018 .....	25
<b>Grafica 6.</b> Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2019 .....	25
<b>Grafica 7.</b> Horas hombre por tipo de mantenimiento al día durante el periodo de estudio. ....	27
<b>Grafica 8.</b> Promedio de cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos por mes.....	29
<b>Grafica 9.</b> Comparación promedio de mantenimientos con datos adquiridos hasta el mes de junio del año 2020 .....	30
<b>Grafica 10.</b> Comparación promedio solicitudes con los datos adquiridos hasta el mes de junio del año 2020 .....	30
<b>Grafica 11.</b> Coeficiente de variación mantenimientos .....	46
<b>Grafica 12.</b> Coeficiente de Variación Solicitudes .....	50
<b>Grafica 13.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2015.....	51
<b>Grafica 14.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2016.....	51
<b>Grafica 15.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2017 .....	52
<b>Grafica 16.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2018.....	52
<b>Grafica 17.</b> Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2019.....	53
<b>Grafica 18.</b> Porcentaje de eficiencia en la respuesta a solicitudes en menos de 5 días año por año .....	61

## Resumen

En el presente trabajo se realizó un análisis de las solicitudes de servicio y mantenimientos preventivos, realizados en la clínica cardio VID durante el periodo comprendido por los años 2015-2019, con el fin de tener métricas claves para toma de decisiones. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente proceso, se realizó una caracterización de los profesionales, la cual permitió conocer un poco más su perfil profesional y así determinar si estos cumplían con las competencias necesarias para desarrollar adecuadamente las actividades asignadas. Por otro lado se agrupó la información de interés de acuerdo a la clasificación de riesgo otorgada por el Invima para cada equipo biomédico (clase I, clase IIA, clase IIB, clase III), la cual depende de la función que cumpla cada equipo, esta actividad se realizó con el fin de indagar que tipo de equipos presentaban mayor solicitudes de servicios y mantenimientos preventivos por año, dando como resultado que los equipos con clasificación de riesgo IIB se presentan con mayor frecuencia; también se analizó la información mes a mes, la cual permitió conocer la distribución de cada una de las variables de interés a lo largo de los años de estudio, dando como resultado que los meses de enero, julio, agosto y septiembre son los meses con más cantidad de mantenimientos preventivos programados, caso contrario a la tendencia observada en las solicitudes de servicio, las cuales no presentan un patrón de comportamiento, resultado que no sorprende ya que estas están sujetas a muchas variables que son difíciles de controlar.

**Palabras clave:** Caracterización, Equipo Biomédico, Clasificación, Solicitudes de servicio, Mantenimiento, Preventivo, Invima, Competencias.

## Introducción

Los Departamentos de Ingeniería y mantenimiento (DIM) deben analizar y evaluar la información relativa a los datos históricos de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, los protocolos de seguridad, los eventos adversos, los fallos de equipos y otros aspectos que puedan afectar el buen desempeño de un equipo biomédico. Realizar estas actividades con frecuencia permite realizar un diagnóstico de la eficiencia y eficacia del personal perteneciente al área de ingeniería clínica a la hora de dar respuesta a las diferentes ordenes de trabajo generadas, para dar solución a los eventos mencionados con anterioridad, por otra parte, también nos permite encontrar patrones de comportamiento, obteniendo así “nuevo conocimiento” el cual puede contribuir a mejorar el proceso de toma de decisiones [1].

Por otro lado, realizar estas actividades con frecuencia presentan grandes dificultades si se dimensiona que la tecnología hospitalaria es amplia, al ser entendida como un conjunto que abarca equipos, infraestructura, redes, mobiliario y demás elementos [2].

En este sentido, es fundamental la incorporación de personal del área biomédica con el objetivo de desarrollar un programa de gestión tecnológica a largo plazo, que incorpore todas las funciones en los diferentes niveles de organización (estratégico, táctico y operativo) con el interés fundamental de disminuir riesgos financieros, asistenciales y tecnológicos [3].

En el presente trabajo se realizó la caracterización de la dinámica del servicio de ingeniería clínica de la institución Centro Cardiovascular Colombiano, Clínica Santa María (Clínica Cardio VID) y se valoró la eficiencia del recurso humano.

Para el desarrollo del proceso experimental se implementó la metodología que se describe a continuación.

1. Se realizó una agrupación y caracterización de la información, la cual permitió conocer la cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos programados durante el periodo de interés, también se identificaron que tipo de tecnologías requieren mayor atención.

2. Posteriormente, se realizó un análisis de los datos mes a mes aplicando los conceptos fundamentales de la estadística descriptiva con el fin de observar si los datos presentaban una distribución normal.
3. En esta sección, el lector encontrará una caracterización del personal de planta, del departamento de ingeniería, el cual permitió conocer cuáles eran las funciones que más tiempo demandaban en su cargo, con el fin de tener una medida representativa de cuánto tiempo disponible tenían para realizar las actividades en estudio.

Posteriormente, se presentan los resultados y su correspondiente análisis en el orden correspondiente a la metodología y las conclusiones.



## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Analizar la gestión de órdenes y solicitudes de ingeniería en la Clínica Cardio VID realizadas en el periodo comprendido entre 2015-2019 para obtener una métrica de los procesos, que contribuyan a la toma de decisiones.

### **1.2. Objetivos específicos**

Agrupar y caracterizar la información consignada en las órdenes y solicitudes de ingeniería biomédica, con el fin de tener una medida representativa del rendimiento del personal en la ejecución de las actividades principales.

Caracterizar al personal del servicio de ingeniería clínica con el fin de identificar si es suficiente para dar respuesta oportuna a las necesidades del servicio.

Identificar el tipo de órdenes y solicitudes que mayor tiempo de atención demandan en ingeniería biomédica, para evaluar la posibilidad de reorganizar el proceso y proponer una estructura para ello.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Generalidades de la gestión tecnológica**

La gestión tecnológica se define como el proceso de administración de las actividades de desarrollo tecnológico en todas sus etapas [4]. Esta surge y se desarrolla en el seno de las empresas y su objetivo fundamental es el logro de una mejor vinculación entre la investigación-industria-sociedad, que debe entenderse como una relación de mercado. Esto implica comprender que esta se rige fundamentalmente por leyes de oferta y demanda. La gestión tecnológica busca integrar el proceso de cambio tecnológico con los aspectos estratégicos y operativos del control y la toma de decisiones de la empresa. Así, se concibe

la tecnología como un arma competitiva y como tal, debe constituir un punto esencial del planteamiento estratégico a largo plazo [4].

La gestión de la tecnología en una empresa es la aplicación de un conjunto de prácticas que le permiten establecer una estrategia en materia de tecnología congruente con sus planes de negocio. En el ambiente empresarial, la gestión tecnológica se revela en sus planes, políticas y estrategias tecnológicas para la adquisición, uso y creación de tecnología, así como cuando se asume la innovación como eje de las estrategias de desarrollo de los negocios. También es evidente cuando en la cultura de las empresas se logra "crear una mentalidad innovadora, enfocada hacia el aprendizaje permanente que sirva de sustento al crecimiento de la competitividad a largo plazo, es por esto por lo que la iniciación de un plan tecnológico debe incluir los siguientes pasos [5]:

**Inventariar:** Consiste en consolidar todas las tecnologías disponibles a nivel mundial para esto se debe tener muy claro cuáles son las tecnologías predominantes en la empresa.

**Vigilar:** Significa estar alerta sobre la evolución de las nuevas tecnologías, sistematizar las fuentes de información de la empresa, vigilar la tecnología de los competidores, así como identificar el impacto posible de la evolución tecnológica sobre las actividades de la empresa.

**Evaluar:** En esta fase se pretende conocer cuál es el nivel de tecnología de la empresa, esta fase es de gran importancia ya que nos permite identificar qué tipo de tecnología requiere nuestra empresa.

**Enriquecer:** Esta etapa consiste en el diseño de estrategias de investigación y desarrollo; para que esta etapa sea de éxito se deben seguir los siguientes pasos:

1. Priorizar tecnologías emergentes, clave y periféricas.
2. Definir una estrategia de adquisición de equipo y tecnologías externas.
3. Definir proyectos conjuntos o alianzas.
4. Determinar estrategias de financiamiento a proyectos

**Asimilar:** Una vez realizados todos los pasos anteriores es posible asimilar y actuar en explotación sistemática del potencial tecnológico adquirido mediante los siguientes pasos:

1. Programas de capacitación.
2. Documentación de tecnologías de la empresa.
3. Desarrollo de aplicaciones derivadas de tecnologías genéricas.
4. Gestión eficiente de recursos.

Por otro lado, sabemos que la tecnología en salud es un conjunto de medios técnicos y procedimientos puestos a disposición por la ciencia, la investigación y los operadores del sector salud para sus estrategias de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. A partir de esta definición es evidente que la gestión tecnológica (GT) en salud, es fundamental para el funcionamiento y el buen desarrollo de las actividades que se realizan diariamente al interior de clínicas, hospitales y demás entidades que prestan servicios médicos a la comunidad [3].

La gestión de la tecnología biomédica, es el conjunto de actividades que garantizan obtener información acerca de los equipos biomédicos para: planificar las adquisiciones tecnológicas según las necesidades de la organización, obteniendo los fondos suficientes para su sostenimiento, la selección e instalación de los modelos de equipos adecuados, operarlos de manera segura durante su tiempo de vida útil, realizar su mantenimiento preventivo, calibración y reparaciones de manera adecuada, sustituir a los equipos obsoletos y asegurarse de que el recurso humano cuente con la formación, habilidades y experiencia necesarias para hacer el mejor uso posible de estas [6].

Sin embargo, para que este tipo de acciones se lleven a cabo de forma eficiente es necesario disponer de personal que esté al tanto del funcionamiento y estado de todo el equipo médico de las instalaciones. Por lo general, por cada departamento se genera un reporte del estado de los implementos, este tipo de alertas permiten medir y tomar acciones correctivas para garantizar la seguridad y estabilidad de la entidad [7].

Adicional a ello, es necesario contar con la asesoría de personal experto en el tema, en primer lugar, para que monitoreen nuestros equipos médicos y hagan las correcciones y observaciones necesarias; por otro lado, para que nos brinden información sobre las actualizaciones y avances tecnológicos que surjan en el campo de la medicina y la implementación de equipos y programas médicos [7].

En la actualidad existen diferentes organizaciones a nivel nacional e internacional que generan guías y presentan los lineamientos y pautas para la realización de un modelo de gestión tecnológica exitosa.

1. A nivel nacional se reconocen las siguientes organizaciones

**El Sistema  
Único de  
Habilitación  
(SUH)**

- Se refiere a las condiciones tecnológicas y científicas mínimas e indispensables para la prestación de servicios de salud[8]

**Sistema Único  
de Acreditación  
en Colombia  
(SUA)**

- Busca el mejoramiento continuo de la calidad con un enfoque de riesgo, teniendo en cuenta su identificación, prevención, intervención, reducción, impacto y la promoción de la excelencia[9]

2. A nivel internacional se reconocen las siguientes organizaciones

**Joint Commission  
International  
(JCI)**

- Institución que ha generado estándares de acreditación de hospitales e instituciones de salud, aplicables a nivel internacional[10]

**Organización  
Mundial de la  
salud (OMS)**

- Contiene documentos técnicos sobre equipos médicos [11]

**Instituto de  
Investigaciones  
del Ambiente de  
la Salud (ECRI)**

- Realiza una serie de publicaciones sobre las fases de la gestión tecnológica biomédica en las cuales se destacan las siguientes herramientas
- El sistema de comparación de tecnologías (HPCS) [3]
- El modelo de gestión de riesgos a través del sistema alertas e informe anual sobre los riesgos de la tecnología médica más representativos.

## 2.2. Mejora en la gestión tecnológica

Como se evidenció en la sección anterior la gestión tecnológica actúa de forma transversal a todas las actividades de una institución prestadora de salud y para que esta pueda mejorar se debe actuar desde diferentes enfoques. Con el fin de no dejarse eclipsar por la competencia, las IPS se embarcan en la búsqueda del mejoramiento continuo y para esto se deben considerar los diferentes niveles por los que debe pasar para lograr desarrollar sus capacidades y aumentar su nivel de calidad, el cual le permita situarse en un nivel internacional.

En la siguiente imagen el lector apreciara los diferentes niveles por lo que una institución debe pasar para llegar a una acreditación nacional.

**Figura 1.** Ruta de mejoramiento gestión tecnológica



**Fuente:** Tomado de tesis para magister en ingeniería [3]

Para el mejoramiento continuo se requiere de una estructuración adecuada la cual permita alcanzar los objetivos planteados mediante pequeñas modificaciones consecutivas, las cuales permitirán seguir una ruta escalonada hasta llegar al nivel de calidad deseado.

Se debe resaltar que tanto el SUA como la JCI utiliza la atención a los pacientes como eje principal en sus modelos, esto permite que se puedan alinear esfuerzos en el trabajo de acreditación con el uso del modelo nacional como punto de partida e integrar elementos adicionales de enfoque organizacional de JCI, permitiendo escalar en el avance de las organizaciones para alcanzar mejores prácticas de Gestión Tecnológica a nivel internacional.

## 2.3. Marco Regulatorio

En la siguiente tabla el lector observará cuales son las leyes, artículos y decretos, los cuales servirán como base para la elaboración del presente proyecto de grado.

**Tabla 1.** *Normatividad y alcance empleada para el desarrollo del proyecto*

<b>Normatividad</b>	<b>Alcance</b>
Ley 100 de 1993 Art. 189 Decreto 1769 de 1994 (Equipos, Infraestructura, Redes y Otros)	Se establecen las definiciones y presupuesto a ser utilizados en las actividades de mantenimiento hospitalario
Decreto 2174 de 1996 (Equipos, Infraestructura, Redes y Otros)	Se organiza el Sistema de Garantía de Calidad. (SGC) buscando disponibilidad y suficiencia de recursos
Circular 029 de 1997 (Equipos, Infraestructura, Redes y Otros)	Se definen los requisitos, acciones y recursos para la planeación de actividades de mantenimiento.
Decreto número 4725 de 2005 Art. 38 y 39. (Equipos)	Se reglamenta responsabilidades en la vida útil de la tecnología, el registro de actividades y el recurso humano requerido.
Resolución 3100de 2019 (SUH) (Equipos, Infraestructura, Redes y Otros)	Se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios.

#### **2.4. Conceptos básicos de mantenimiento**

Entiéndase como mantenimiento toda actividad que deba realizarse a las instalaciones y equipos, con el fin de detectar, corregir y prevenir futuras fallas, las cuales puedan afectar el desempeño y la durabilidad; en este caso de los equipos biomédicos. Hoy en día el mantenimiento tiene un gran apogeo ya que un buen sistema de mantenimiento puede mejorar la calidad del servicio y la reducción de costos por incidentes inesperados [12].

En la actualidad existen diferentes tipos de mantenimientos como lo son el preventivo, y el correctivo.

#### **2.4.1. Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento no requiere una programación sistemática, ya que se pone en práctica cuando se presenta un fallo en alguno de los activos fijos de una institución, es decir, el mantenimiento se reduce a la reparación del equipo cuando se daña, por lo general este tipo de mantenimientos generan paros inesperados, los cuales influyen en la prestación de un servicio determinado, por esta razón este tipo de mantenimientos solo se aplican a equipos de bajo nivel de criticidad y que no estén directamente relacionados en la prestación de un servicio [12].

De acuerdo con la definición de este tipo de mantenimiento se puede inferir que no es el más recomendado para aplicarse en una institución prestadora de salud, como lo es la Clínica Cardio VID, ya que un fallo inesperado de un equipo biomédico puede desencadenar diversas afecciones y dependiendo del equipo, se puede causar un deceso, fuera de esto, este tipo de mantenimiento por lo general cuesta tres veces más dinero que los mantenimientos preventivos y se demora mucho más tiempo de lo pronosticado, porque, por lo general los repuestos para reparar dichos fallos no se mantienen en stand by [12].

#### **2.4.2. Mantenimiento Preventivo**

Este tipo de mantenimiento procura reducir al máximo el número de intervenciones por mantenimientos correctivos, usualmente es de tipo planificado, el cual permite tener conocimiento que días se retirará el equipo del servicio, evitando así, paros inesperados; este tipo de mantenimiento busca realizar una inspección del equipo con el fin de encontrar posibles causas de falla y corregirlas antes de que se presenten [13].

La principal ventaja de este tipo de mantenimiento es que al área de ingeniería determina el tiempo entre cada inspección, que por lo general es recomendado por el fabricante de los equipos, sin embargo, es deber del área de ingeniería ajustar este tiempo a sus necesidades, ya que si el tiempo entre inspecciones es demasiado prolongado tolera la aparición de fallos inesperados.

## 2.5. Conceptos básicos de estadística descriptiva

La estadística descriptiva es un conjunto de técnicas numéricas y gráficas para describir y analizar un grupo de datos [14]. Para el desarrollo de este trabajo se implementaron los siguientes conceptos estadísticos.

### 2.5.1. Media

La media es el valor promedio de un conjunto de datos numéricos, calculada como la suma del conjunto de valores dividida entre el número total de valores. Existen muchas formas de calcular una media; la más conocida es la media aritmética. Aun así, hay otras formas para calcular la media de un conjunto de valores, como la media geométrica, la ponderada o la armonizada. A continuación, se describe la forma de calcular la media aritmética que fue la que se implementó en el presente trabajo.[14]

$$\text{Media aritmetica} = (\sum X + X_2 \dots + X_n) / N$$

Donde x es el valor de observación y N es el valor total de las observaciones

### 2.5.2. Desviación estándar

La desviación estándar es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los datos [14]. A continuación, se presenta la fórmula para calcular esta medida de dispersión.

$$S = \sqrt{(\sum (X_i - \text{Media})^2) / (N - 1)}$$

Donde  $X_i$  son las diferentes observaciones, la media es la media aritmética que se mostró anteriormente como calcularla y N es el número total de observaciones.



### 2.5.3. Coeficiente de desviación

Este coeficiente se define como la relación entre la media y la desviación estándar, el cual permite conocer el nivel de dispersión de la muestra respecto a su media

$$\text{Coeficiente de desviación} = \text{media}/s$$

### 2.5.4. Curtosis

La curtosis es una medida estadística que determina el grado de concentración que presentan los valores de una variable alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias. También es conocida como medida de apuntamiento.

Dependiendo del grado de curtosis [15], tenemos tres tipos de distribuciones:

- **Leptocúrtica:** Existe una gran concentración de los valores en torno a su media ( $g_2 > 3$ ) [15]
- **Mesocúrtica:** Existe una concentración normal de los valores en torno a su media ( $g_2 = 3$ ) [15].
- **Platicúrtica:** Existe una baja concentración de los valores en torno a su media ( $g_2 < 3$ ) [15].

## 3. Metodología

### 3.1. Tipo de estudio y población

Se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo de las solicitudes de servicio y mantenimientos preventivos, realizados en el periodo comprendido entre los años 2015-2019. El estudio permitió conocer como ha sido el comportamiento de estas dos variables a lo largo de los últimos 5 años, en cuanto a volumen de solicitudes y mantenimientos mes a mes. Por otro

lado, permitió clasificar las solicitudes y mantenimientos por nivel de riesgo, el cual es establecido por el INVIMA.

La población de estudio es la clínica CARDIOVID, la cual, es una institución con más de 50 años de experiencia y se ha especializado en el diagnóstico, tratamiento y urgencias en las áreas cardiovasculares, torácica, pulmonar y neurovascular. La complejidad de estas especialidades ubica dicha institución como centro de IV nivel de complejidad, la máxima categoría que tiene una entidad prestadora de salud en Colombia. [16]

A continuación, se describen las características principales de la clínica CARDIOVID

**Tabla 2.** Camas habilitadas en la clínica CARDIOVID

<b>GRUPO</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Camas	UCI-Adultos	16
Camas	UCI-Pediatría	12
Camas	Hospitalización Adultos	74
Camas	Hospitalización Pediatría	10
Camas	Coronarios	16
Camas	Cuidados especiales pediatría	2
Camas	Recuperación Cirugía	12
Camas	Recuperación Hemodinámica	14
Salas	Quirófanos Cirugía	6
Salas	Procedimientos Hemodinámica	4

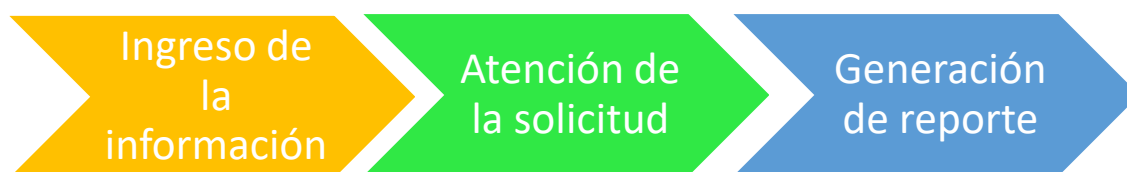
**Fuente:** Elaboración propia

### **3.2. Recolección de información**

Para la elaboración del presente proyecto, se utilizó la información contenida en el software administrador de mantenimiento (AM), el cual permite exportar la información necesaria a hojas de cálculo en Excel.

El proceso de atención de una solicitud generada en el AM se divide en tres etapas, la primera de solicitud y priorización, que implica el ingreso de información por parte de la auxiliar administrativa, la segunda parte consiste en la atención por el personal técnico del departamento de ingeniería, el cual realiza un diagnóstico del equipo, asociado a dicha solicitud, permitiéndole generar una solución, y la tercera, que consiste en la generación de registros y reportes como evidencia de la atención, estos registros y reportes deben ser digitalizados para posibles consultas.

**Figura 2.** Proceso para la atención de una solicitud de servicio



**Fuente:** Elaboración propia

Por otro lado, los manteamientos preventivos se generan en el AM de manera automática, aproximadamente cada mes, la programación de estos mantenimientos es realizada por el personal técnico de la institución al momento del ingreso del equipo médico y la periodicidad de esté depende de las especificaciones de los fabricantes.

### 3.3. Caracterización de la dinámica del servicio

En esta etapa, se realizó un proceso de análisis por medio de la estadística, el cual se desarrolló con el objetivo de representar la dinámica captada en los datos obtenidos en el procedimiento anterior. El desarrollo de este procedimiento consistió en las siguientes etapas.

- **Estructuración de las bases de datos:** En esta etapa se organizó la información año por año en dos bases de datos diferentes llamadas base de datos solicitudes y base de datos mantenimientos, Anexo 1, Anexo 2 respectivamente.
- **Cálculo de horas Hombre** En esta etapa se calculó el número horas hombre trabajadas diariamente para dar respuestas a las solicitudes de servicio y ejecutar los mantenimientos programados en el mismo año.

El cálculo de estas horas hombre se realizó tomando la diferencia entre la fecha de inicio y final de cada orden de trabajo o solicitud de servicio, posteriormente se realizó la suma completa de cada una de las diferencias dando como resultado el número total de horas que se trabajaron anualmente, este número de horas se relacionó con el número de semanas contenidas en un año de trabajo que son 52, esta operación daba como resultado, la cantidad de horas que se trabajaban semanalmente, posteriormente se dividió, este valor por 48, dando como resultado el número de horas diarias y finalmente sobre 8, operación que dio como resultado el número de horas invertido diariamente en ambas actividades por los 3 profesionales de planta y los 5 practicantes del área de ingeniería.

Nota: Aquí se tiene en cuenta las horas no laborales, por ejemplo, una orden que inicie un día a las 4 pm, pero finalice al día siguiente a las 2 pm puede reportar 22 horas pero hay al menos 14 horas no laboradas

**Figura 3.** *Proceso de cálculo de horas hombre*



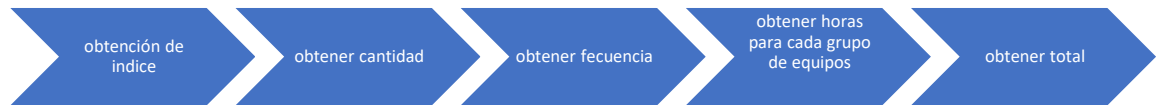
**Fuente:** Elaboración propia

- **Cálculo de horas necesarias para la coordinación, planeación y/o ejecución de mantenimientos preventivos:** Después de culminar las dos etapas anteriores, el autor se planteó la siguiente pregunta ¿Es posible conocer cuantas horas en promedio los profesionales destinarán para llevar a cabo las actividades que trae consigo el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo? Para esto se utilizó la información consignada en la base de datos descrita en las fases anteriores y la ayuda de un indicador manejado por la institución, llamado tiempo de ejecución promedio, véase ecuación; dicho índice se consultó en el AM y entrega el tiempo promedio que se invierte en la ejecución de un mantenimiento de un determinado equipo. Después para cada grupo de equipos se identificó la cantidad de este y la frecuencia de mantenimiento anual; una vez se contó con estos tres datos se

multiplicaron y se sumaron los resultados, dando como resultado el número de horas totales necesarias para llevar acabo los mantenimientos preventivos.

$$\text{Indice respuesta promedio} = (\sum(\text{Fecha Fin} - \text{Fecha inicio})) / (\text{Numero de acciones de mantenimiento})$$

**Figura 4.** Cálculo de horas estimadas para mantenimiento



**Fuente:** Elaboración propia

- **Análisis por medio de la estadística descriptiva:** En esta fase se realizó un análisis estadístico a todos los datos con el fin de tener una medida representativa de las variables a través de los años de estudio, con el fin de determinar qué tipo de distribución presentaban y así realizar una sugerencia para optimizar los procesos que son causa de estudio. En esta etapa se analizaron algunos datos estadísticos como la media, desviación estándar, coeficiente de variación y la curtosis, con un nivel de confianza del 95%; para cada uno de los meses. Esta sub-fase se realizó con ayuda del módulo de estadística del programa Excel.
- **Agrupación de solicitudes y mantenimientos por nivel de riesgo:** Con el fin de determinar qué tipos de tecnología requerían mayor tiempo de atención, se clasifico según Invima cada uno de los equipos asociados a las solicitudes de servicio y a los reportes de mantenimientos, esta etapa se realizó por medio de la herramienta buscar del programa Excel.
- **Encuesta para caracterizar el personal:** Se realiza una encuesta con base al perfil profesional con el que se contrataron, con el fin de determinar que otras actividades son desarrolladas por los profesionales.

#### 4. Resultados y Análisis

En el periodo de interés, comprendido desde el 01 de enero del 2015 hasta el 31 de diciembre del 2019, se registraron en el AM (administrador de mantenimiento) un total de 9.617 mantenimientos y 11.460 solicitudes de servicio.

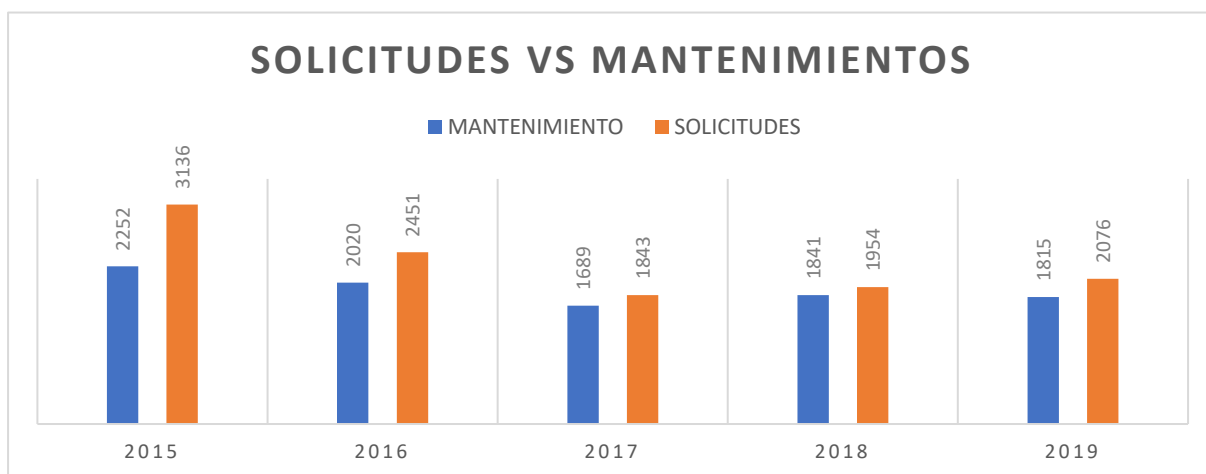
En la siguiente tabla se presenta la cantidad de solicitudes de servicio y ordenes de mantenimiento generadas por cada año objeto de estudio.

**Tabla 3.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimiento por año

AÑO	MANTENIMIENTO	SOLICITUDES
2015	2252	3136
2016	2020	2451
2017	1689	1843
2018	1841	1954
2019	1815	2076

**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 1.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos por año

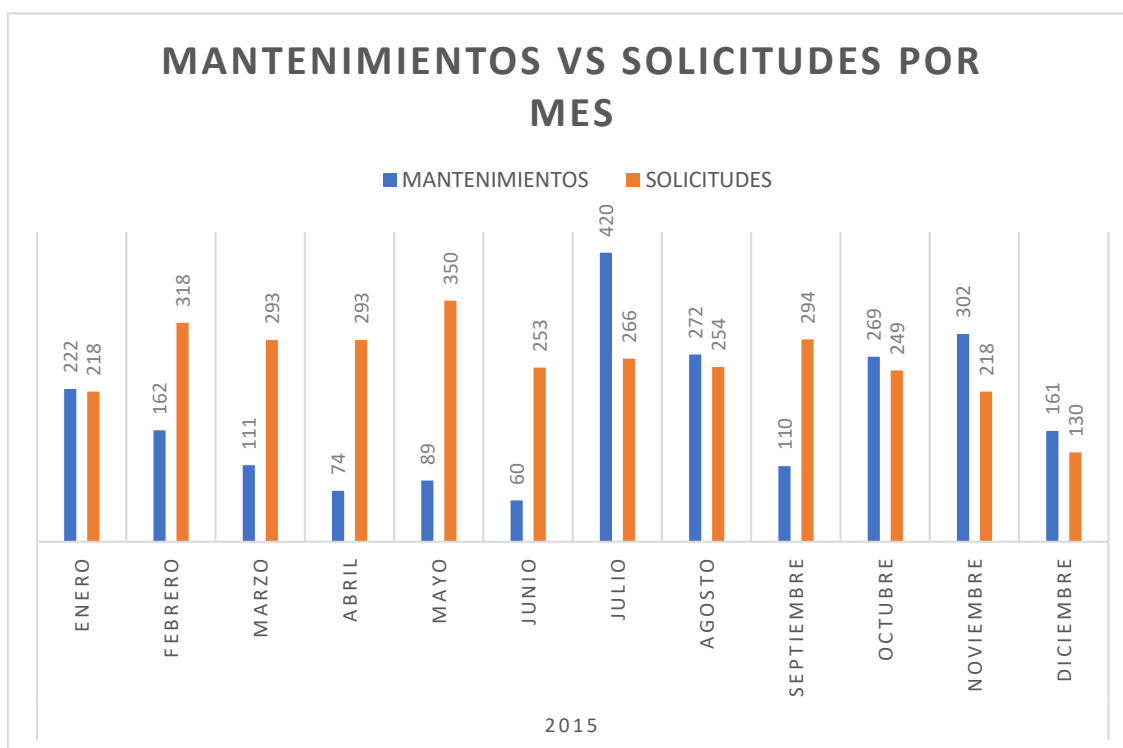


**Fuente :** Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica anterior, las solicitudes de servicio se presentan en mayor cantidad que los mantenimientos preventivos, presentando un máximo de solicitudes en el año 2015 con un total de 3136 solicitudes de servicio y un máximo de mantenimientos preventivos en este mismo año con un total de 2252. Basados en los datos consignados en la tabla anterior se tiene, que por año se presentan en promedio 2294 solicitudes de servicio y 1924 órdenes para realizar mantenimientos preventivos.

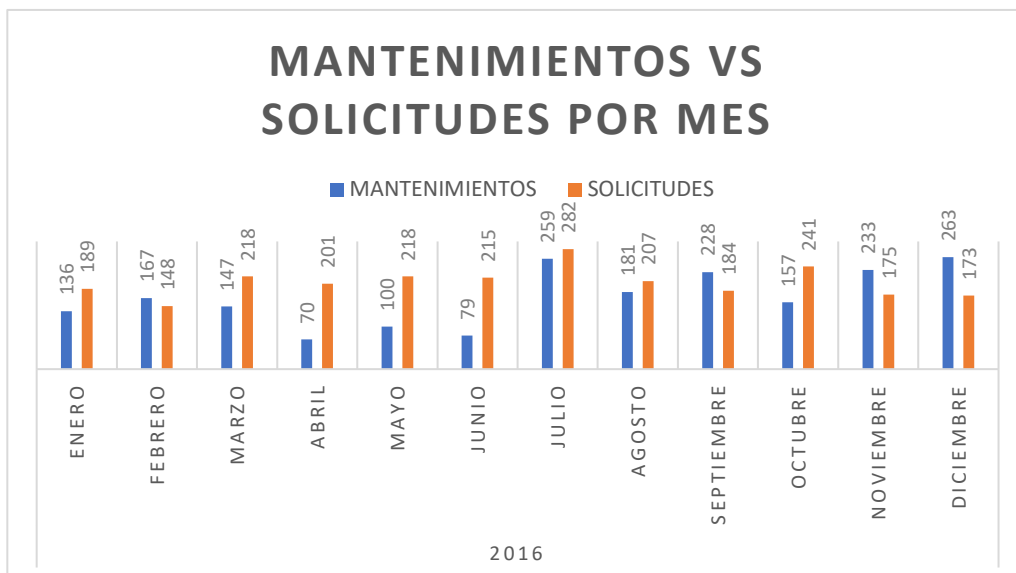
A continuación, se le presenta al lector, la cantidad de solicitudes de servicio de mantenimiento y mantenimientos preventivos por mes.

**Grafica 2.** *Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2015*



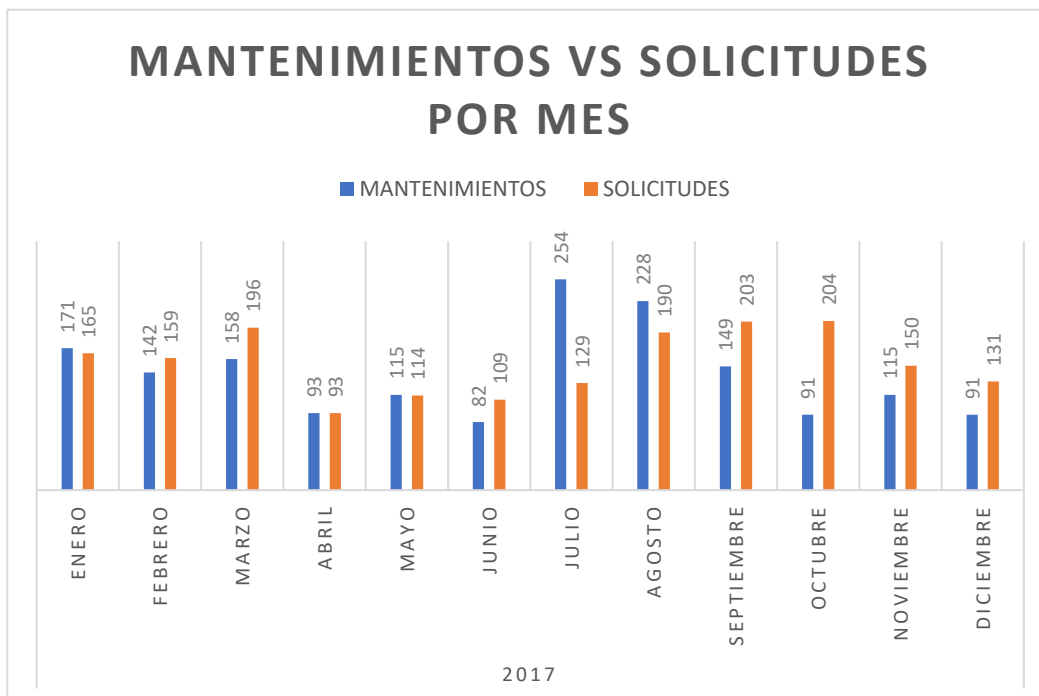
**Fuente:** *Elaboración propia*

**Grafica 3.** Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2016



**Fuente:** Elaboración propia

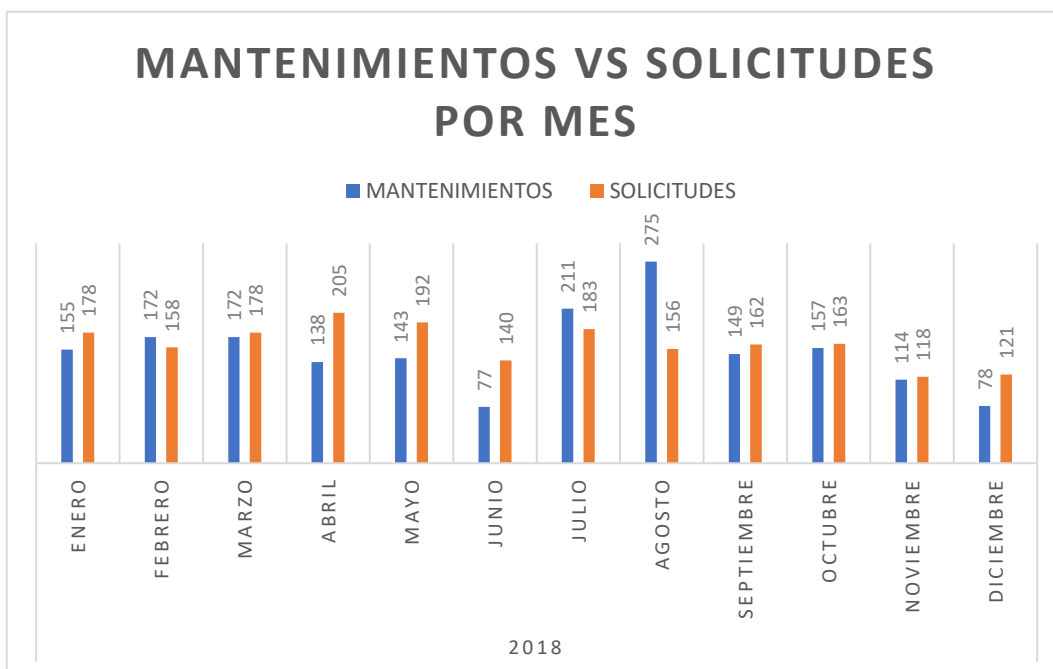
**Grafica 4.** Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2017



**Fuente:** Elaboración propia

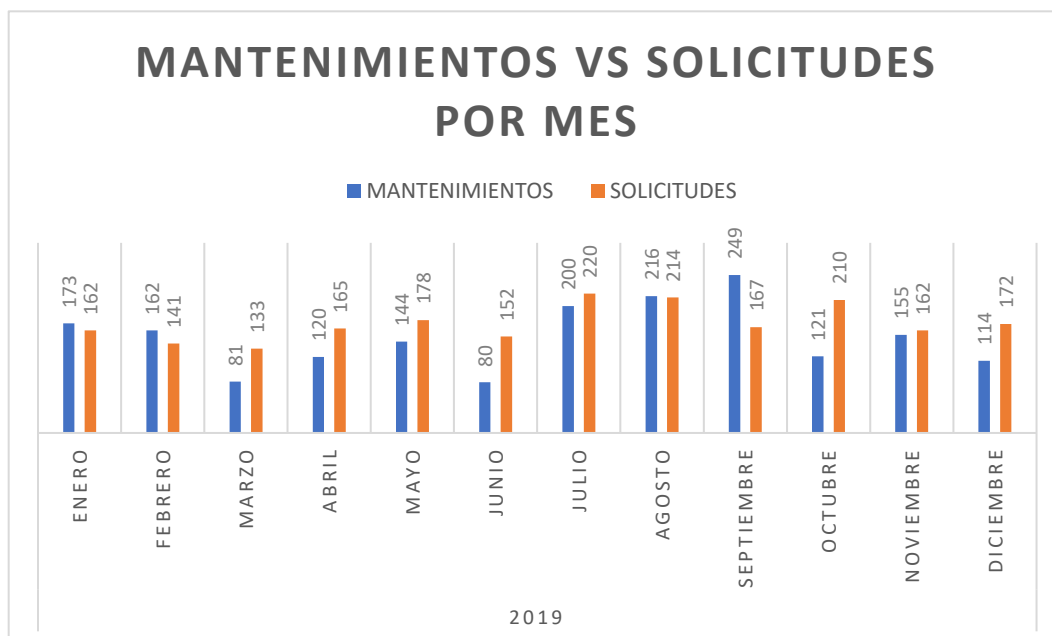


**Grafica 5. Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2018**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 6. Solicitudes de servicio y mantenimientos por mes para el año 2019**



**Fuente:** Elaboración Propia

Como se puede observar en las gráficas anteriores, la distribución de las solicitudes en cada año presenta un comportamiento no lineal, ya que si observamos detenidamente las solicitudes de un mes en particular, por ejemplo el mes de enero, presento en el año 2016 un total de 189 solicitudes y para este mismo mes en el año 2017 se presentaron un total de 165 solicitudes, el lector podrá realizar más detenidamente esta comparación en la tabla 8; por otro lado, tenemos que el comportamiento de los mantenimientos preventivos es similar, y se logra apreciar que en los meses de enero, julio y agosto se presentan una mayor cantidad de mantenimientos preventivos, este comportamiento es el esperado debido a que la mayoría de los equipos médicos con los que cuenta la institución tienen una programación de mantenimientos semestral; el lector puede observar más detenidamente este comportamiento en la tabla 7.

De acuerdo con la información plasmada en las gráficas de la 1 a la 6, se calculó un indicador del porcentaje de solicitudes de servicio en la clínica, así:

$$\% \text{ solicitudes de servicio} = (\text{solicitudes de servicio} / \text{Total de actividades}) \times 100\%$$

Aplicando el anterior indicador, para cada uno de los años se tienen los siguientes resultados plasmados en la tabla 4

**Tabla 4.** *Porcentaje de solicitudes de servicio*

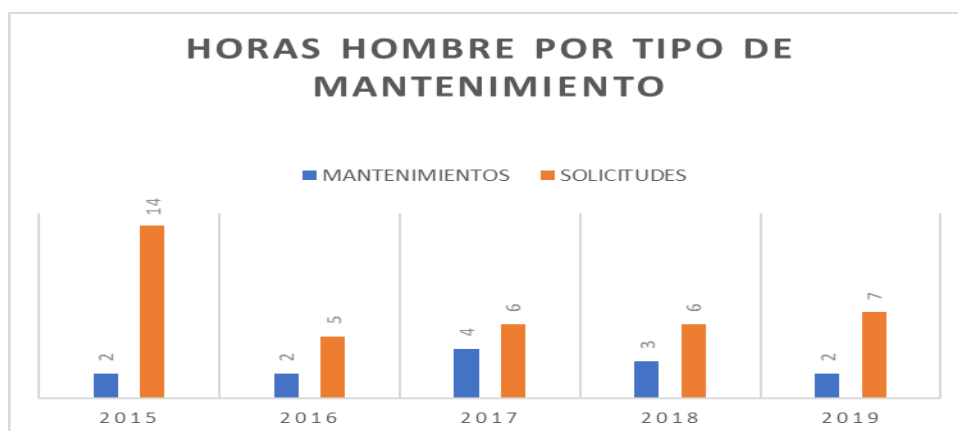
<b>AÑO</b>	<b>% SOLICITUDES DE SERVICIO</b>
2015	58,20%
2016	54,82%
2017	52,18%
2018	51,49%
2019	53,35%

**Fuente:** *Elaboración Propia*

A partir de la tabla 4 y teniendo en cuenta que en la institución se denomina solicitud de servicio a toda aquella acción que se produzca a partir del fallo inesperado, de alguno de los equipos biomédicos de la clínica, o el requerimiento de algún repuesto que sea de vital importancia para el adecuado funcionamiento de estos, se puede inferir que los mantenimientos correctivos tienen un peso muy elevado, en comparación con los

mantenimientos preventivos. Dado que los mantenimientos preventivos son diseñados, programados y ejecutados con el fin de disminuir en la mayoría de lo posible los mantenimientos correctivos (*o como se ha venido llamando a lo largo del presente trabajo solicitud de servicio*), ya que estos, en la mayoría de los casos suelen ser mucho más costosos, dado que las causas que los producen pueden provocar daños colaterales, por otro lado, pueden generar inconformidad en los servicios por el paro inesperado del equipo y por lo general demandan más tiempo de lo planificado, hecho que incide directamente en el desempeño de los profesionales de la institución como se aprecia en la gráfica 7, en la cual, se plasman las horas hombre trabajadas diariamente para dar solución a los mantenimientos preventivos y solicitudes de servicio generados en los años de interés.

**Grafica 7.** Horas hombre por tipo de mantenimiento al día durante el periodo de estudio.



**Fuente:** Elaboración Propia

A partir de la gráfica 7 y aplicando un razonamiento análogo al empleado en el indicador anterior, se obtiene la siguiente ecuación, la cual permite calcular los datos plasmados en la tabla 5.

$$\% \text{ Horas hombre} = \frac{\# \text{ horas destinadas para solicitudes de servicio}}{\sum \text{ horas destinadas para solicitudes y mantenimientos}} \times 100\%$$

**Tabla 5.** Índice de relación de peso mantenimientos correctivos sobre mantenimientos preventivos más solicitudes de servicio.

AÑO	RELACIÓN HORAS HOMBRE POR TIPO DE MANTENIMIENTO
-----	---

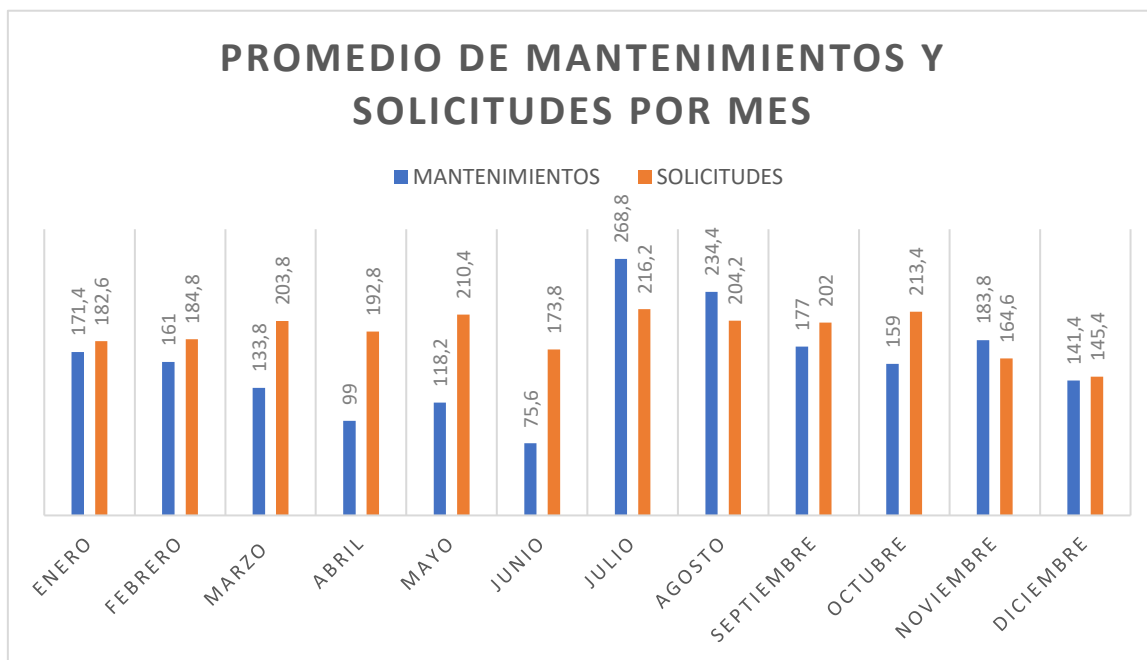
2015	87,50%
2016	71,43%
2017	60,00%
2018	66,67%
2019	77,78%

***Fuente:** Elaboración Propia*

Como se puede observar en la tabla 5 y la gráfica 7, las solicitudes de servicio demandan un tiempo considerable del personal del departamento de ingeniería clínica de la institución y desafortunadamente en la literatura no se encuentra artículos en los cuales se especifique cual es la relación idónea entre horas-hombre diarias invertidas en la ejecución de mantenimientos preventivos y la de solicitudes de servicio, ya que estas dos funciones están fuertemente ligadas a otras variables como lo son; el tipo de tecnología, en que parte de su ciclo de vida útil se encuentra el equipo y en qué servicio está instalado el equipo, etc. sin embargo, en la literatura se encuentra que si una institución está efectuando un plan de mantenimiento preventivo, la ejecución de sus labores debe estar muy cerca del cumplimiento de la regla del 80/20, la cual establece que al menos el 80% de las horas programadas deben ser destinadas para mantenimientos preventivos y el otro 20% dedicarse a mantenimientos de tipo correctivo.[16].

A continuación, se presentan el promedio de solicitudes de servicio y mantenimientos para cada mes.

**Grafica 8.** Promedio de cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos por mes

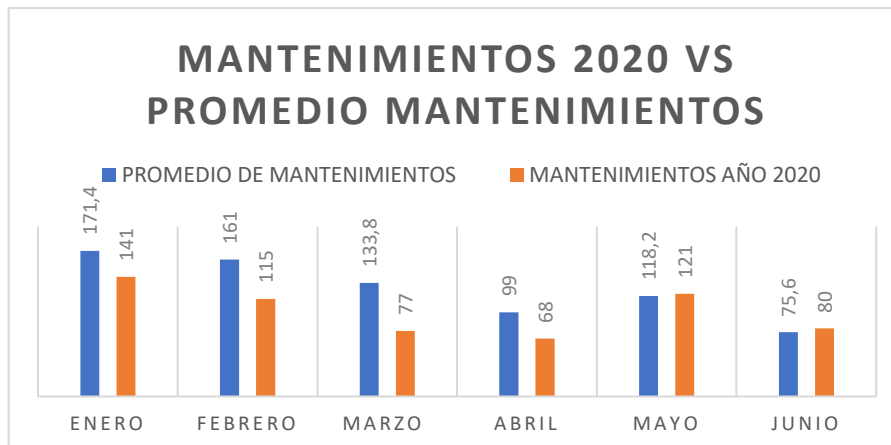


**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo con la información plasmada en la gráfica 8, se logra apreciar que históricamente los meses con más cantidad de mantenimientos preventivos son enero, julio, agosto y noviembre con un promedio de mantenimientos de 171, 268, 234 y 183 respectivamente, por otro lado, se tiene que las solicitudes no presentan variaciones considerables ya que estas están sujetas a diferentes factores como ya se explicó anteriormente.

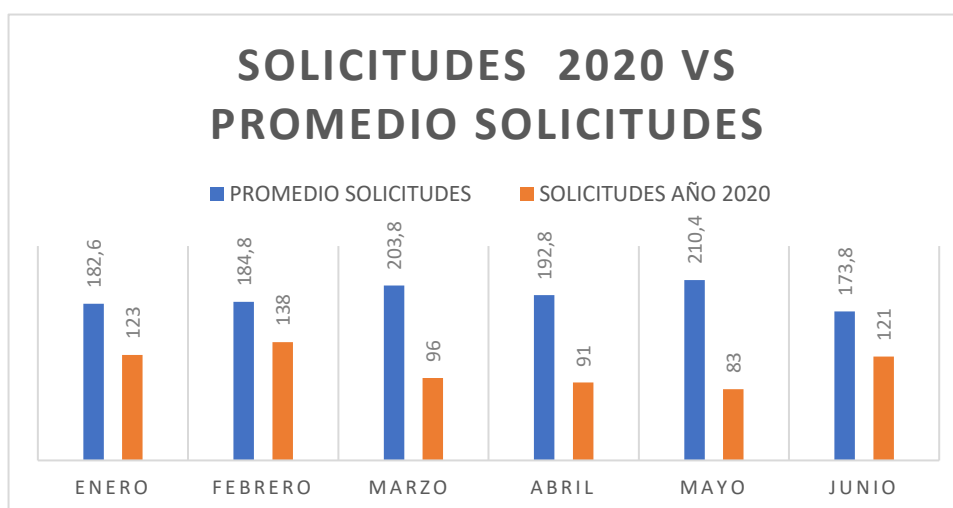
A continuación, se realiza una comparación de las variables de interés en los años de estudio vs los datos obtenidos hasta el mes de junio del presente año.

**Grafica 9.** Comparación promedio de mantenimientos con datos adquiridos hasta el mes de junio del año 2020



*Fuente: Elaboración Propia*

**Grafica 10.** Comparación promedio solicitudes con los datos adquiridos hasta el mes de junio del año 2020



*Fuente: Elaboración Propia*

De acuerdo con la información consignada en la gráfica 10 y apoyado en las gráficas de la 1 a la 9 se puede inferir, que el volumen de mantenimientos ha estado disminuyendo mes por mes desde el primer año de estudio de este trabajo (2015), esto puede estar relacionado con el hecho, de que algunos de los equipos biomédicos a los que se le realizaba mantenimiento anteriormente ya no se les realiza dado que a medida que ha transcurrido el tiempo los proveedores de los equipos han enviado cartas donde se especifica que no es necesario

realizar mantenimiento preventivo, solo funciones de calibración. Algunos de estos equipos son las basculas, los flujómetros, termohigrómetros, vacuómetros, laringoscopios etc.

Basado en toda la información plasmada en las gráficas correspondientes a los mantenimientos y con ayuda del índice de ejecución promedio, el cual está definido en la siguiente ecuación, se logró crear la tabla 6.

$$\text{Índice respuesta promedio} = \frac{\sum \text{Horas (Fecha Fin - Fecha Inicio)}}{\text{Número de acciones de mantenimiento}}$$

**Tabla 6.** Cantidad de horas destinadas para la ejecución de los mantenimientos preventivos por equipo.

<i><b>EQUIPOS</b></i>	<i><b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b></i>	<i><b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b></i>
<i>ACT PLUS</i>	<i>6</i>	<i>16,44</i>
<i>AGITADOR</i>	<i>9</i>	<i>29,7</i>
<i>AIREADOR</i>	<i>1</i>	<i>1,08</i>
<i>ANALIZADOR COBAS RACK</i>	<i>3</i>	<i>16,74</i>
<i>ANALIZADOR DE CONCENTRACION DE OXIGENO</i>	<i>1</i>	<i>3,17</i>
<i>ANALIZADOR DE DENSIDAD OPTICA DENSICHEK PLUS</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>ANALIZADOR DE DESFIBRILADOR Y MARCAPASOS</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>ANALIZADOR DE FLUJO DE GASES</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>ANALIZADOR DE HEMOSTASIS</i>	<i>1</i>	<i>2,77</i>
<i>ANALIZADOR DE MICROBIOLOGIA</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>ANALIZADOR DE SEGURIDAD ELECTRICA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>ANALIZAOR HEMATOLOGICO AUTOMATIZADO</i>	<i>4</i>	<i>16</i>
<i>ANGIOGRAFO</i>	<i>4</i>	<i>160</i>
<i>ARCO EN C PORTATIL</i>	<i>1</i>	<i>20,64</i>
<i>ASPIRADOR</i>	<i>18</i>	<i>17,73</i>
<i>AUTOCLAVE</i>	<i>2</i>	<i>12,8</i>
<i>AUTOLOG</i>	<i>1</i>	<i>2</i>

<i><b>EQUIPOS</b></i>	<i><b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b></i>	<i><b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b></i>
<i>BACT ALERT 3D</i>	<i>1</i>	<i>2,46</i>
<i>BACTOINCINERADOR</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>BALANZA</i>	<i>14</i>	<i>30,2</i>
<i>BALANZA AGITADORA</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>BALANZA DE PRECISION DIGITAL</i>	<i>9</i>	<i>14,4</i>
<i>BALANZA PEDIATRICA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>BALON CONTRAPULSACION AORTICA</i>	<i>3</i>	<i>11,04</i>
<i>BAÑO MARIA</i>	<i>1</i>	<i>29,89</i>
<i>BASCULA</i>	<i>59</i>	<i>26,32</i>
<i>BICICLETA</i>	<i>6</i>	<i>5,34</i>
<i>BIOCONSOLA</i>	<i>13</i>	<i>51,22</i>
<i>BIOTREND</i>	<i>2</i>	<i>6</i>
<i>BLOQUE TERMICO</i>	<i>3</i>	<i>13,32</i>
<i>BOMBA ACCURO</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>BOMBA DE INFUSION</i>	<i>325</i>	<i>0</i>
<i>BOMBA DE IRRIGACION</i>	<i>1</i>	<i>1,18</i>
<i>BOMBA DE NUTRICION</i>	<i>20</i>	<i>0</i>
<i>BOMBA DE VACIO</i>	<i>1</i>	<i>5,58</i>
<i>CABINA DE SEGURIDAD BIOLOGICA</i>	<i>4</i>	<i>26,56</i>
<i>CABLE DE FIBRA OPTICA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>CALENTADOR DE SUSTANCIAS</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>CAMARA DE CABEZA</i>	<i>1</i>	<i>1,83</i>
<i>CAMARA LASER – IMPRESORA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>CAMARA VIDEO</i>	<i>1</i>	<i>2,08</i>
<i>CAMAS HOSPITALARIAS</i>	<i>8</i>	<i>2</i>
<i>CAMILLA</i>	<i>57</i>	<i>0</i>
<i>CARDIOBLATE</i>	<i>1</i>	<i>6,9</i>
<i>CARGADOR BATERIA SIERRAS ESTERNALES</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>CAVA</i>	<i>6</i>	<i>136,8</i>
<i>CENTRAL DE MONITOREO</i>	<i>8</i>	<i>16,38</i>
<i>CENTRIFUGA</i>	<i>7</i>	<i>27,09</i>
<i>CENTRIMAG</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
<i>CICLOERGOMETRO DE BRAZOS</i>	<i>3</i>	<i>4,68</i>
<i>CINTA METRICA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>COLCHON ANTIESCARAS</i>	<i>14</i>	<i>0</i>
<i>COLUMNA DE SUMINISTROS</i>	<i>16</i>	<i>9,44</i>



<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b>	<b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b>
COMPRESOR DE AIRE SECUENCIAL	9	7888,32
COMPUTADOR DE CO	1	0
CONGELADOR	4	77,04
CONGELADOR VERTICAL	2	8,88
CONSOLA DE CAMARA	1	7,7
CONSOLA DE CRIOABLACION	1	3,75
CONTADOR DE CELULAS	2	2,28
CRANEOTOMO	1	1,8
CRONOMETRO	1	0
CRONOMETRO DIGITAL	1	0
CUBIERTA DE ESTACIONES	46	37,95
CUNA HOSPITALARIA	9	9
DATALOGGER DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	1	0
DESFIBRILADOR	29	82,36
DESIONIZADOR	1	1,02
DIFERENCIAL DE PRESION	27	0
DIGITALIZADOR DE IMAGEN	2	14,28
DOPPLER	4	3,32
ECOCARDIOGRAFO	17	79,9
ELECTROBISTURI	10	24,2
ELECTROCARDIOGRAFO	19	31,35
ELECTROENCEFALOGRAFO	1	1,2
ELECTROVALVULA - COMPRESOR AMICO	1	16,84
ELIPTICA	2	3,6
EQUIPO DE COAGULACION PLASMA DE ARGON	1	3
EQUIPO DE ELECTROENCEFALOGRAFIA	1	5,82
EQUIPO DE GASES ARTERIALES	6	25
EQUIPO DE HEMODIALISIS	6	19,68
EQUIPO DE INMUNOHEMATOLOGIA	1	0
EQUIPO DE ODONTOLOGIA PORTATIL	1	2,4
EQUIPO DE ORGANOS	9	0
EQUIPO DE PRUEBAS DE ESFUERZO	1	2,67
EQUIPO DE PRUEBAS PULMONARES	3	0
EQUIPO DE RADIOFRECUENCIA CARDIACA	1	0,91

<i><b>EQUIPOS</b></i>	<i><b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b></i>	<i><b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b></i>
<i>EQUIPO DE RX</i>	<i>2</i>	<i>39,04</i>
<i>EQUIPO DE TERMOPLASTIA BRONQUIAL</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>EQUIPO PARA CRIOTERAPIA</i>	<i>1</i>	<i>6</i>
<i>EQUIPO PERFUSOR</i>	<i>77</i>	<i>0</i>
<i>EQUIPO PRUEBA DE ESFUERZO</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>EQUIPO RX PORTATIL</i>	<i>2</i>	<i>10,84</i>
<i>ESTACION DE COMUNICACIÓN</i>	<i>79</i>	<i>66,56</i>
<i>ESTACION DE TRABAJO</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>ESTERILIZADOR A VAPOR</i>	<i>2</i>	<i>60,6</i>
<i>ESTERILIZADOR OXIDO DE ETILENO</i>	<i>7</i>	<i>141,4</i>
<i>FILTRO ADMISION - COMPRESOR AMICO</i>	<i>8</i>	<i>135,36</i>
<i>FLEXOMETRO</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>FLUJOMETRO</i>	<i>387</i>	<i>0</i>
<i>FLUJOMETRO VASCULAR VERIQ</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>FONENDOSCOPIOS</i>	<i>12</i>	<i>0</i>
<i>FUENTE DE LUZ</i>	<i>15</i>	<i>0</i>
<i>GENERADOR DE RADIOFRECUENCIA</i>	<i>2</i>	<i>2,68</i>
<i>GLUCOMETRO</i>	<i>39</i>	<i>0</i>
<i>GRABADORA DE PRESION</i>	<i>23</i>	<i>115</i>
<i>GRABADORA HOLTER</i>	<i>52</i>	<i>1186,64</i>
<i>HUMIDIFICADOR</i>	<i>18</i>	<i>0</i>
<i>HUMIFICADOR</i>	<i>4</i>	<i>0</i>
<i>INCUBADORA</i>	<i>11</i>	<i>26,18</i>
<i>INFANTOMETRO</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>INSTRUMENTO ID/AST VITEK 2 – COMPACT</i>	<i>1</i>	<i>3,33</i>
<i>INTERCAMBIADOR DE CALOR</i>	<i>5</i>	<i>27,2</i>
<i>INYECTOR DE MEDIOS DE CONTRASTE</i>	<i>5</i>	<i>19,8</i>
<i>JERINGA VOLUMETRICA 3L</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>LAMPARA CIELITICA</i>	<i>7</i>	<i>8,19</i>
<i>LAMPARA DE CALOR RADIANTE</i>	<i>1</i>	<i>5,04</i>
<i>LAMPARA DE NEON CON LUPA</i>	<i>1</i>	<i>0,73</i>
<i>LAMPARA PIELITICA</i>	<i>3</i>	<i>1,86</i>
<i>LARINGOSCOPIO</i>	<i>11</i>	<i>0</i>
<i>LAVADOR DE PATOS</i>	<i>1</i>	<i>7,32</i>
<i>LAVADORA DE CELULAS</i>	<i>2</i>	<i>7,56</i>
<i>LAVADORA ULTRASONICA</i>	<i>2</i>	<i>169,6</i>

<i><b>EQUIPOS</b></i>	<i><b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b></i>	<i><b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b></i>
<i>LUMINOMETRO</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MAGNEHELIC HOM</i>	<i>5</i>	<i>0</i>
<i>MANIFOLD</i>	<i>3</i>	<i>17,64</i>
<i>MANOMETRO</i>	<i>75</i>	<i>1290</i>
<i>MANUJETIII</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MAQUINA DE ANESTESIA</i>	<i>8</i>	<i>41,6</i>
<i>MAQUINA DE HEMODIALISIS</i>	<i>25</i>	<i>42,75</i>
<i>MARCAPASO EXTERNO</i>	<i>23</i>	<i>209,76</i>
<i>MASAS DE PRECISION</i>	<i>11</i>	<i>0</i>
<i>MEDIDOR DE CONDUTIVIDAD</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
<i>MEDIDOR DE PRESION</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MEDIDOR DE PRESION UNIVERSAL</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MEDIDOR DE TEMPERATURA</i>	<i>224</i>	<i>172,48</i>
<i>MESA DE CIRUGIA</i>	<i>7</i>	<i>14,98</i>
<i>MEZCLADOR DE GASES</i>	<i>18</i>	<i>23,58</i>
<i>MICROMETRO</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>MICROMOTOR MODULO ODONTOLOGICO</i>	<i>1</i>	<i>0,88</i>
<i>MICROPIPETA</i>	<i>27</i>	<i>89,91</i>
<i>MICROSCOPIO QUIRURGICO</i>	<i>5</i>	<i>7,55</i>
<i>MODULO</i>	<i>6</i>	<i>0</i>
<i>MONITOR BIS</i>	<i>2</i>	<i>3,84</i>
<i>MONITOR CARELINK EXPRESS</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MONITOR DE MONOXIDO DE CARBONO</i>	<i>1</i>	<i>16,84</i>
<i>MONITOR DE OXIDO NITRICO NOXAP</i>	<i>8</i>	<i>25,12</i>
<i>MONITOR DE SIGNOS VITALES</i>	<i>161</i>	<i>882,28</i>
<i>MONITOR ECG</i>	<i>2</i>	<i>1,76</i>
<i>MONITOR GASTO CARDIACO</i>	<i>3</i>	<i>3,72</i>
<i>MONITOR INVOS</i>	<i>5</i>	<i>6,75</i>
<i>MONITOR NIBP</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>MONITOR NIBP Y SPO2</i>	<i>17</i>	<i>21,25</i>
<i>MONITOR TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO</i>	<i>1</i>	<i>16,08</i>
<i>MULTIFUNCIONAL</i>	<i>1</i>	<i>0,98</i>
<i>MULTIMETRO DIGITAL</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
<i>MULTIPLICADOR DE PRESION</i>	<i>4</i>	<i>0</i>
<i>NEBULIZADOR</i>	<i>4</i>	<i>7,2</i>

<i><b>EQUIPOS</b></i>	<i><b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b></i>	<i><b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b></i>
<i>NEGATOSCOPIO</i>	<i>23</i>	<i>0</i>
<i>NEUMOTAPONADOR</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
<i>NEVERA</i>	<i>30</i>	<i>673,2</i>
<i>OLLA ESTERILIZADORA DE TETEROS</i>	<i>1</i>	<i>0,97</i>
<i>PANTALLA LED CENTRAL MONITOREO</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>PATRON DE REFERENCIA CO2 5%</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>PERCUSOR – MASAGEADOR</i>	<i>3</i>	<i>5,7</i>
<i>PESAS PATRON</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>PHANTON DE ECOGRAFIA</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>PHMETRO</i>	<i>1</i>	<i>1,13</i>
<i>PIE DE REY</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>PINZA FLUKE</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>PLETISMOGRAFO VASCULAR</i>	<i>1</i>	<i>3,07</i>
<i>POLIGRAFO</i>	<i>4</i>	<i>12,44</i>
<i>PROBADOR ACT TRAC</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>PROCESADOR BIS</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>PROGRAMADOR DE MARCAPASOS</i>	<i>10</i>	<i>6,2</i>
<i>PRUEBAS DIMER OD</i>	<i>1</i>	<i>12</i>
<i>PULSIOXIMETRO</i>	<i>24</i>	<i>19,2</i>
<i>RADIOANALIZADOR DE FFR-MONITOR</i>	<i>2</i>	<i>3,04</i>
<i>REFRACTOMETRO</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>REGULADOR DE OXIGENO</i>	<i>14</i>	<i>60,06</i>
<i>REGULADOR VACIO ADULTO</i>	<i>145</i>	<i>0</i>
<i>SECADOR</i>	<i>2</i>	<i>33,92</i>
<i>SELLADOR ELECTRICO</i>	<i>3</i>	<i>6,97</i>
<i>SELLADORA</i>	<i>10</i>	<i>13,2</i>
<i>SEPARADOR DE COMPONENTES SANGUINEOS</i>	<i>2</i>	<i>9,32</i>
<i>SEPARADOR DE GLOBULOS ROJOS</i>	<i>1</i>	<i>4,82</i>
<i>SEPARADOR DE PLAQUETAS AMICUS</i>	<i>2</i>	<i>10,12</i>
<i>SERVOCUNA</i>	<i>8</i>	<i>28,8</i>
<i>SIERRA RECIPROCANTE</i>	<i>4</i>	<i>8,16</i>
<i>SIMULADOR DE PULSIOXIMETRIA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SIMULADOR SIGNOS VITALES</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SINGOVIA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SISTEMA CALENTADOR TERMICO</i>	<i>19</i>	<i>31,54</i>

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS POR CODIGO</b>	<b>HORAS POR EQUIPOS ANUALES</b>
<i>SISTEMA DE ADQUISICION DE IMAGEN INTRACORONARIA</i>	<i>1</i>	<i>0,66</i>
<i>SISTEMA DE FILTRACION Y DESIONIZACION DE AGUA</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SISTEMA DE SUJECION</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SISTEMA DE TERAPIA INFO VAC</i>	<i>8</i>	<i>15,36</i>
<i>SISTEMA DE VENTILACION</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>SISTEMA ECMO</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>SISTEMA INTEGRADO VITROS 5600</i>	<i>1</i>	<i>4,7</i>
<i>SISTEMA TACTISYS</i>	<i>1</i>	<i>0,67</i>
<i>SONDA TRANSESOFAGICA</i>	<i>6</i>	<i>0</i>
<i>SONICADOR</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>SWICHE 8 PUERTOS</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>TACOMETRO DIGITAL</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>TALLIMETRO 210CM</i>	<i>16</i>	<i>0</i>
<i>TANQUE CRIOGENICO DE OXIGENO</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>TANQUE DE NITROGENO LIQUIDO</i>	<i>2</i>	<i>33,28</i>
<i>TANQUE HIDROCOLECTOR</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>TELEMETRIA</i>	<i>8</i>	<i>6,56</i>
<i>TENSIOMETRO</i>	<i>167</i>	<i>115,23</i>
<i>TOMA DE AIRE- COMPRESOR AMICO</i>	<i>1</i>	<i>16,84</i>
<i>TOMOGRAFO</i>	<i>1</i>	<i>26,48</i>
<i>TORNIQUETE</i>	<i>1</i>	<i>0,85</i>
<i>TORRE DE BRONCOVIDEOSCOPIA</i>	<i>9</i>	<i>15,84</i>
<i>TRANSDUCTOR</i>	<i>4</i>	<i>0</i>
<i>TROTADORA PROFESIONAL</i>	<i>3</i>	<i>2,55</i>
<i>UNIDAD COMPRESORA - COMPRESOR AMICO</i>	<i>2</i>	<i>34,08</i>
<i>UNIDAD ELECTROQUIRURGICA</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>UPS</i>	<i>46</i>	<i>52,44</i>
<i>VALVULA ANTIRRETORNO- MANIFOLD DE AIRE</i>	<i>7</i>	<i>108,36</i>
<i>VAPORIZADOR</i>	<i>22</i>	<i>24,64</i>
<i>VENTILADOR DE SOPORTE</i>	<i>41</i>	<i>687,98</i>
<b><i>Total general</i></b>	<b><i>3014</i></b>	<b><i>16130,31</i></b>

*Fuente: Elaboración propia*

Basado en la información consignada en la tabla 6, se tiene como resultado que para la cantidad de equipos biomédicos que tiene la clínica hasta esta fecha y con la periodicidad actual programada de mantenimiento para cada equipo, en los años venideros los profesionales pertenecientes en el área de ingeniería clínica invertirán en programación, ejecución y coordinación con proveedores externos aproximadamente 16130 horas/anuales, las cuales son aproximadamente el 80.81% de las horas totales laboradas por las 8 personas que actualmente trabajan 48 horas semanales y 52 semanas al año, es importante aclarar que en este cálculo no se tienen en cuenta el tiempo de vacaciones que por ley tienen cada uno de los tres profesionales de planta y el tiempo que la institución no cuente con practicantes. Sin embargo, independientemente de que estén las ocho personas durante todo el año, los mantenimientos programados se deben llevar a cabo con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos biomédicos.

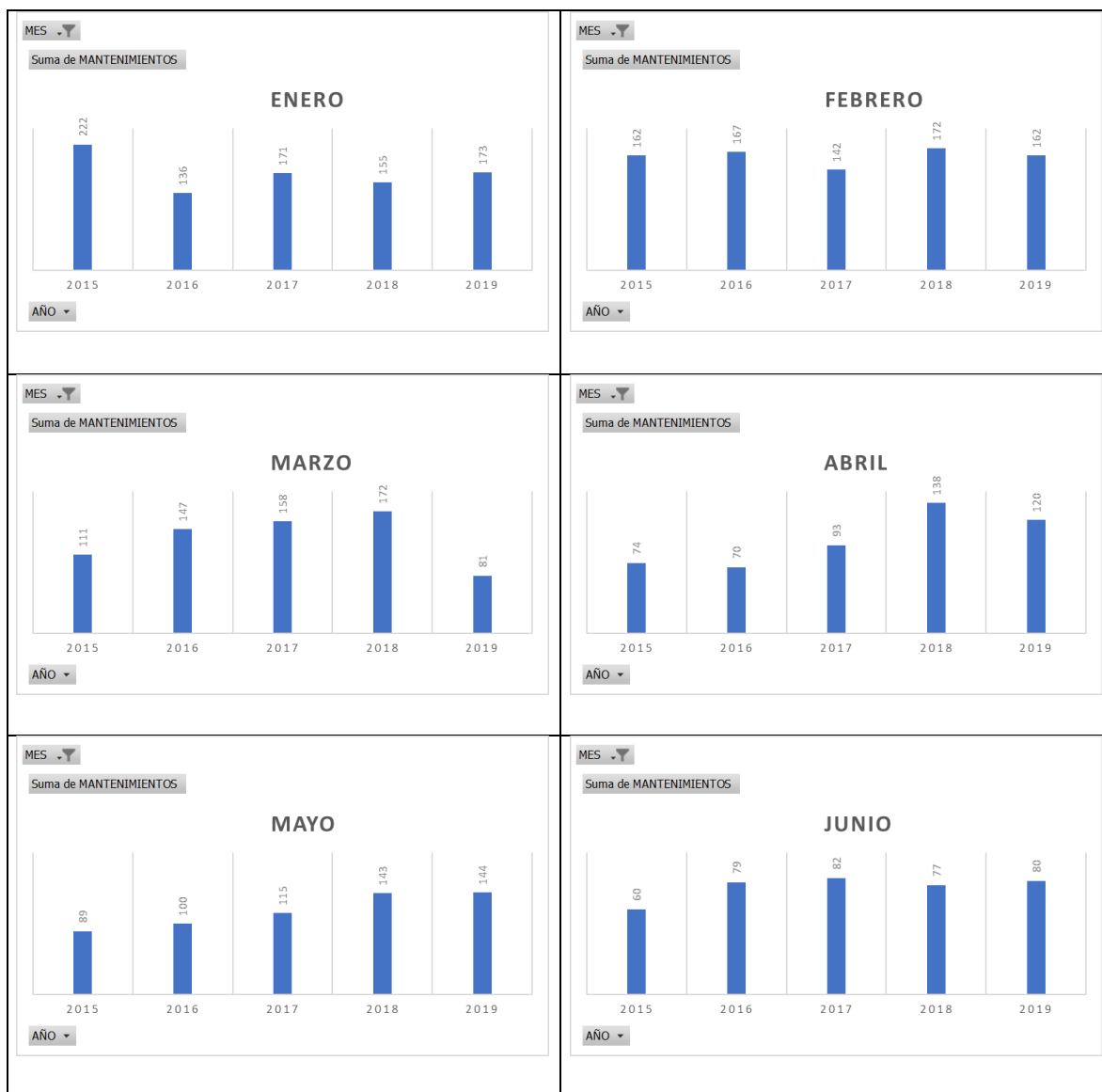
Es importante recalcar que a algunos de estos equipos, como lo son las máquinas de anestesia, algunos ventiladores, el tomógrafo, los angiografos, el arco en c portátil, los balones de contrapulsación y otros equipos (Véase Anexo 3), el mantenimiento preventivo es ejecutado por proveedores externos; sin embargo, es responsabilidad de los profesionales coordinar con los jefes de servicio la disponibilidad de aquellos equipos y garantizar que el mantenimiento se desarrolle de manera óptima, con el fin de garantizar que el equipo se encuentra a punto para desarrollar un actividad, es por esto que no se discrimina en realidad cuantas de estas horas pertenecen a los mantenimientos ejecutados por los profesionales y cuantas de estas son de los proveedores externos, ya que independiente de que no intervengan el equipo ellos realizan alguna actividad relacionada con este mantenimiento.

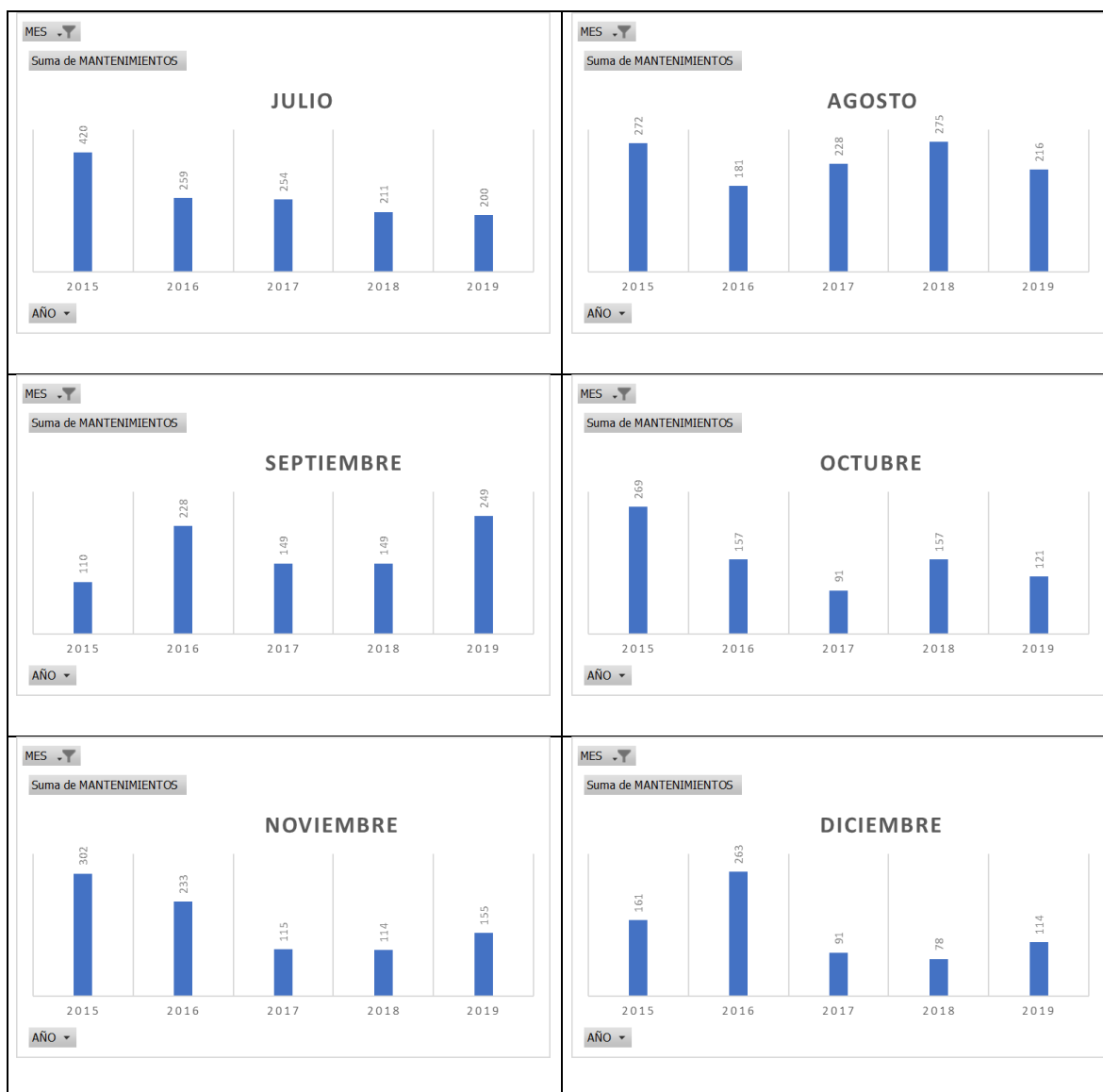
Por otro lado, si analizamos la información plasmada en la gráfica 10, se logra apreciar que el volumen de solicitudes hasta el mes de junio se redujo considerablemente ya que en este periodo se tomaron ciertas medidas con el fin de contener la presente pandemia mundial, y estas medidas redujeron drásticamente la actividad de servicios como lo son cirugía, hemodinámica, ayudas diagnósticas y radiología, los cuales históricamente son algunos servicios con más cantidad de solicitudes por año (véase anexo 4) y del volumen de trabajo de estos también depende el volumen de trabajo de la central de esterilización.

Sin embargo, a pesar de que la institución se encontraba trabajando a la mitad de la capacidad normal hasta el mes de agosto, el volumen de solicitudes fueron 1200, lo cual permite inferir que los servicios de cuidados intensivos son los que más generan solicitudes de servicio (Véase Anexo 4).

En las tablas 7 y 8, se presenta el comportamiento de los mantenimientos preventivos y solicitudes de servicio para el mismo mes en los diferentes años de estudio.

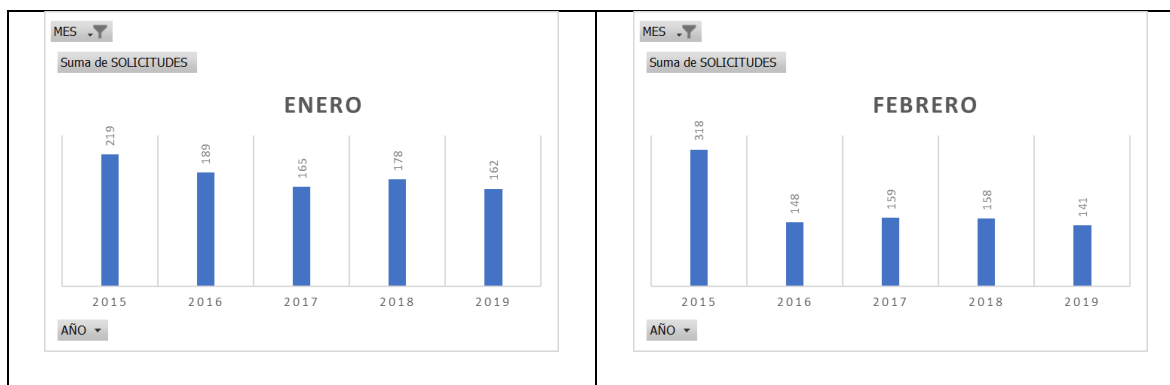
**Tabla 7. Mantenimientos preventivos por mes en los años de estudio.**



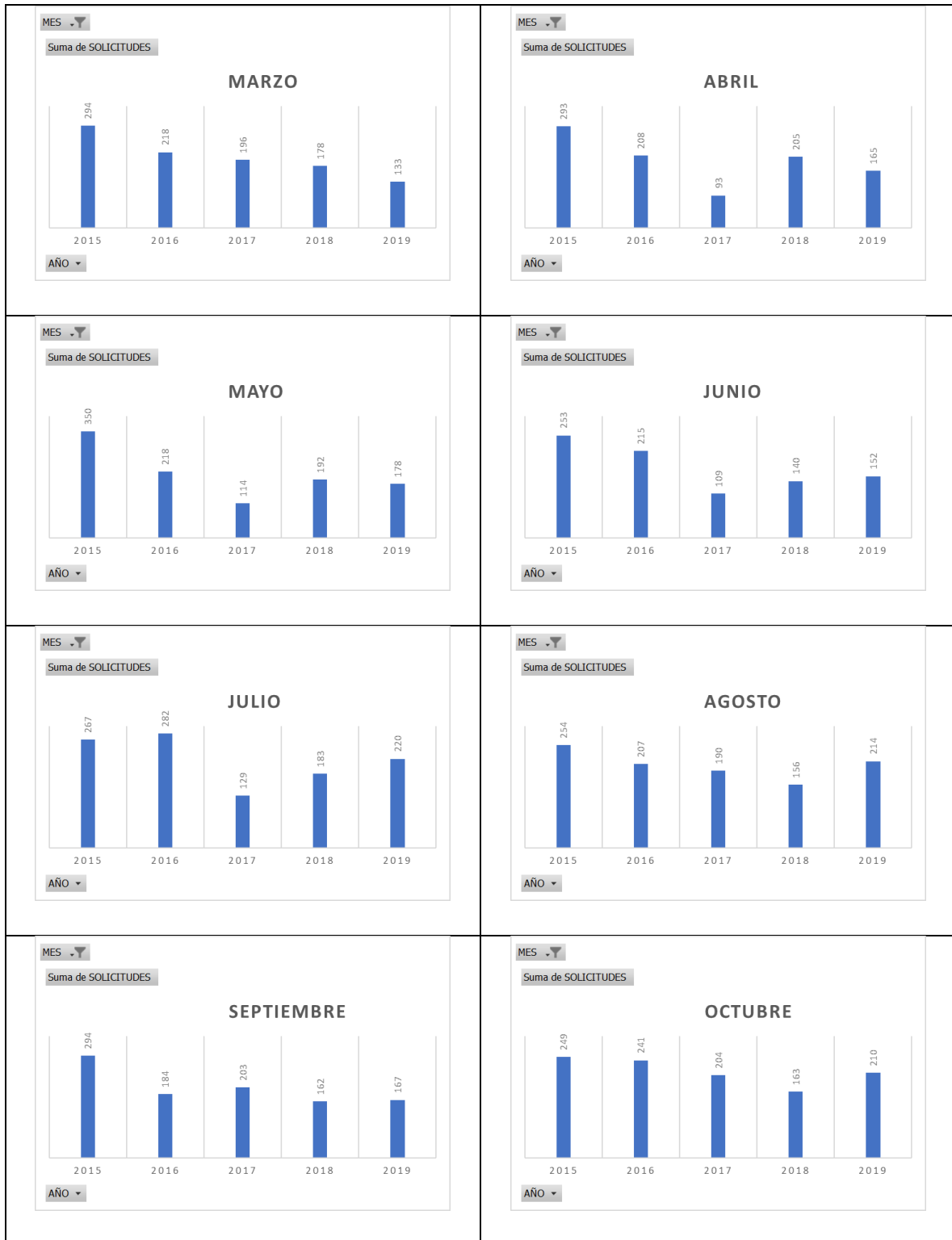


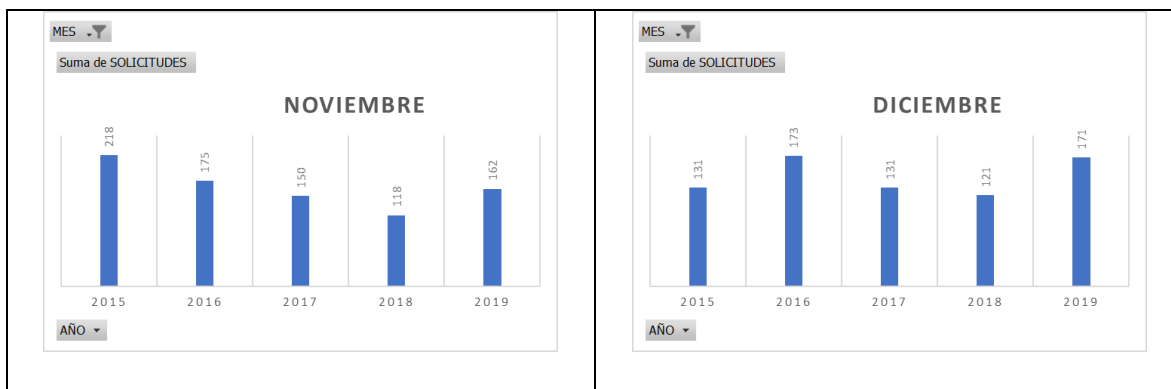
*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 8.** Solicitudes de servicio por mes en los años de estudio









*Fuente: Elaboración propia*

Basados en la información consignada en la tabla 7 y con ayuda de la estadística descriptiva se calcularon los datos plasmados en las tablas de la 9 a la 20.

**Tabla 9.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de enero en los años de estudio.

MANTENIMIENTOS MES ENERO	DATOS ESTADISTICOS
Coeficiente de variación	0,18645149
Media	171,4
Desviación estándar	31,9577847
Curtosis	1,82475717

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 10.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de febrero en los años de estudio.

MANTENIMIENTOS MES FEBRERO	DATOS ESTADISTICOS
Coeficiente de variación	0,07081835
Media	161
Desviación estándar	11,4017543
Curtosis	2,81804734

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 11.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de marzo en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES MARZO</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,27781185
Media	133,8
Desviación estándar	37,1712254
Curtosis	-1,09554968

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 12.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de abril en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES ABRIL</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,29725129
Media	99
Desviación estándar	29,4278779
Curtosis	-1,98777395

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 13.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de mayo en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES MAYO</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,21043723
Media	118,2
Desviación estándar	24,8736809
Curtosis	-2,58524283

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 14.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de junio en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES JUNIO</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,11779173
Media	75,6
Desviación estándar	8,90505474
Curtosis	4,20763967

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 15.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de julio en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES JULIO</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,328829907
Media	268,8
Desviación estándar	88,38947901
Curtosis	3,391812144

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 16.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de agosto en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES AGOSTO</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,169218626
Media	234,4
Desviación estándar	39,6648459
Curtosis	-1,453498042

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 17.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de septiembre en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES SEPTIEMBRE</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,332350365
Media	177
Desviación estándar	58,82601465
Curtosis	-2,2568671

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 18.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de octubre en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES OCTUBRE</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,423957221
Media	159
Desviación estándar	67,40919819
Curtosis	2,28411169

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 19.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de noviembre en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES NOVIEMBRE</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,445562809
Media	183,8
Desviación estándar	81,89444426
Curtosis	-1,111210291

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 20.** Datos estadísticos, mantenimientos mes de diciembre en los años de estudio.

<i>MANTENIMIENTOS MES DICIEMBRE</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,530188544
Media	141,4
Desviación estándar	74,96866012
Curtosis	1,575020472

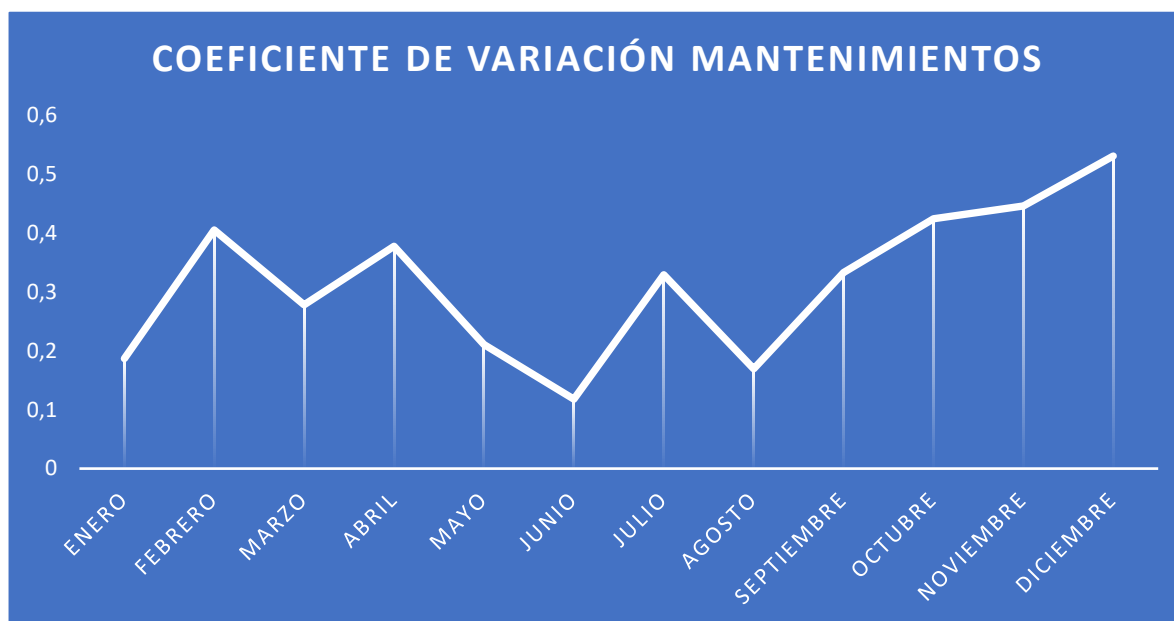
*Fuente: Elaboración propia*

A partir de los datos plasmados en la tabla 7 se calcularon las variables medias, desviación estándar, curtosis y coeficiente de variación con un nivel de confianza del 95%.

De manera general se puede inferir que en la mayoría de los casos, los mantenimientos preventivos no presentan un comportamiento de distribución normal, dado que la curtosis en la mayoría de los casos es menor a 3, lo cual, teóricamente indica que la distribución de los mantenimientos está alejada de la media, lo que en pocas palabras significa que por lo general los mantenimientos que se realizan por mes no son siempre la misma cantidad, hecho que puede estar justificado ya que como se explicó anteriormente muchos de los equipos a los que se les realizaba mantenimiento preventivo han dejado de realizarse, por otra parte, desde la experiencia del autor, en muchas ocasiones, el volumen de mantenimientos que se generan para un mes en específico no logran realizarse en ese mes, dado que en ocasiones, encontrar disponibilidad es complicado y por ende algunos de los mantenimientos no se logran realizar; otro de los factores que es importante resaltar, es que, por lo general el volumen de mantenimientos correctivos (solicitudes de servicio), se presentan con mayor frecuencia y mayor volumen que los programados y estos deben solucionarse lo más rápido posible, y esto genera que los mantenimientos programados se lleven más tiempo de lo esperado.

A continuación, se presenta una gráfica en función del tiempo, la cual es obtenida a partir del coeficiente de variación.

**Grafica 11.** *Coeficiente de variación mantenimientos*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Como se puede observar en la gráfica 11, por lo general el coeficiente de variación está por encima de 0.3, lo que nos indica que por cada mes los datos presentan una dispersión muy grande de la media, a excepción de los meses de enero, junio y agosto, meses en los que como se ha mencionado a lo largo del trabajo, son los meses donde más volumen de mantenimientos preventivos se generan.

**Tabla 21.** *Datos estadísticos, solicitudes mes de enero en los años de estudio.*

<i>SOLICITUDES</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	ENERO	0,12611305
Media		182,6
Desviación estándar		23,0282435
Curtosis		1,03959066

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla 22.** Datos estadísticos, solicitudes mes de febrero en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES FEBRERO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,40493043
Media		184,8
Desviación estándar		74,8311432
Curtosis		4,80671345

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 23.** Datos estadísticos, solicitudes mes de marzo en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES MARZO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,29108364
Media		203,8
Desviación estándar		59,3228455
Curtosis		1,26633615

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 24.** Datos estadísticos, solicitudes mes de abril en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES ABRIL</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,37717848
Media		192,8
Desviación estándar		72,720011
Curtosis		0,97001562

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 25.** Datos estadísticos, solicitudes mes de mayo en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES MAYO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,41316472
Media		210,4
Desviación estándar		86,9298568
Curtosis		2,23039991

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 26.** Datos estadísticos, solicitudes mes de junio en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES</i> <i>JUNIO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS</i> <i>ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,33779403
Media		173,8
Desviación estándar		58,7086024
Curtosis		-1,54044473

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 27.** Datos estadísticos, solicitudes mes de julio en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES</i> <i>JULIO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS</i> <i>ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,28913783
Media		216,2
Desviación estándar		62,5115989
Curtosis		-1,08788884

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 28.** Datos estadísticos, solicitudes mes de agosto en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES</i> <i>AGOSTO</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS</i> <i>ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,17501437
Media		204,2
Desviación estándar		35,737935
Curtosis		0,88740121

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 29.** Datos estadísticos, solicitudes mes de septiembre en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES</i> <i>SEPTIEMBRE</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS</i> <i>ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,26675314
Media		202
Desviación estándar		53,884135
Curtosis		3,23993035

*Fuente: Elaboración propia*



**Tabla 30.** Datos estadísticos, solicitudes mes de octubre en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES OCTUBRE</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación	0,16010203
Media	213,4
Desviación estándar	34,1657723
Curtosis	-0,06764496

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 31.** Datos estadísticos, solicitudes mes de noviembre en los años de estudio

<i>SOLICITUDES NOVIEMBRE</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,22221111
Media		164,6
Desviación estándar		36,5759484
Curtosis		1,0128129

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 32.** Datos estadísticos, solicitudes mes de diciembre en los años de estudio.

<i>SOLICITUDES DICIEMBRE</i>	<i>MES</i>	<i>DATOS ESTADISTICOS</i>
Coeficiente de variación		0,16941754
Media		145,4
Desviación estándar		24,6333108
Curtosis		-3,07672352

*Fuente: Elaboración propia*

Conforme con la información plasmada en las tablas de la 21 a la 32, se infiere que el comportamiento de las solicitudes no presenta una distribución normal, dado que en la mayoría de los casos la curtosis es menor a 3, lo cual nos indica que la distribución de las solicitudes no están cerca de la media, hecho que en comparación con los datos analizados a partir de los mantenimientos, no sorprende, dado que estas solicitudes están sujetas a un número considerable de variables que en la mayoría de los casos son difíciles de controlar; algunas de estas causas son: el comportamiento de la parte electrónica de los equipos, comportamiento de la parte neumática (si aplica), horas de uso diario, tipo de tecnología y

sobre todo la manipulación constante del personal de servicio, que en muchas ocasiones generan daños por mal uso y desconocimiento.

**Grafica 12.** *Coeficiente de Variación Solicitudes*

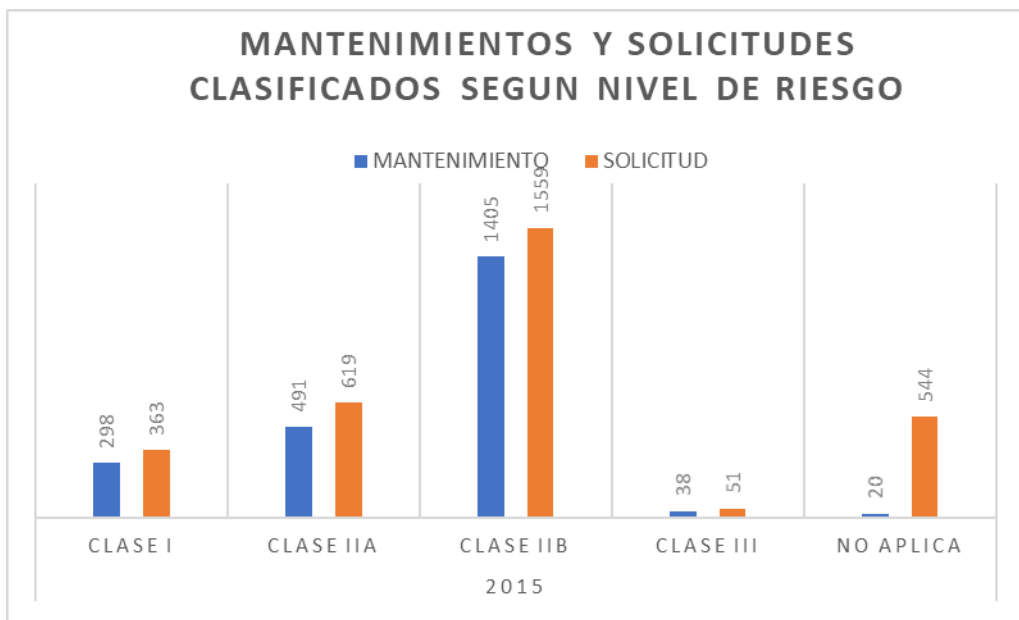


**Fuente:** *Elaboración propia*

A partir de la gráfica 12, se puede inferir que el coeficiente variación, por lo general está entre 0.1-0.3, lo cual teóricamente indica una variabilidad moderada, aunque la distribución no es normal como se definió anteriormente, este comportamiento en mi concepto no es el adecuado, ya que como se ha observado a medida que se ha desarrollado el trabajo, el volumen de solicitudes es muy alto lo cual indica que existen causas de fallo que se repiten constantemente y aun no se han identificado y este hecho está generando que el plan de mantenimientos no se esté llevando de la forma en que debería ser.

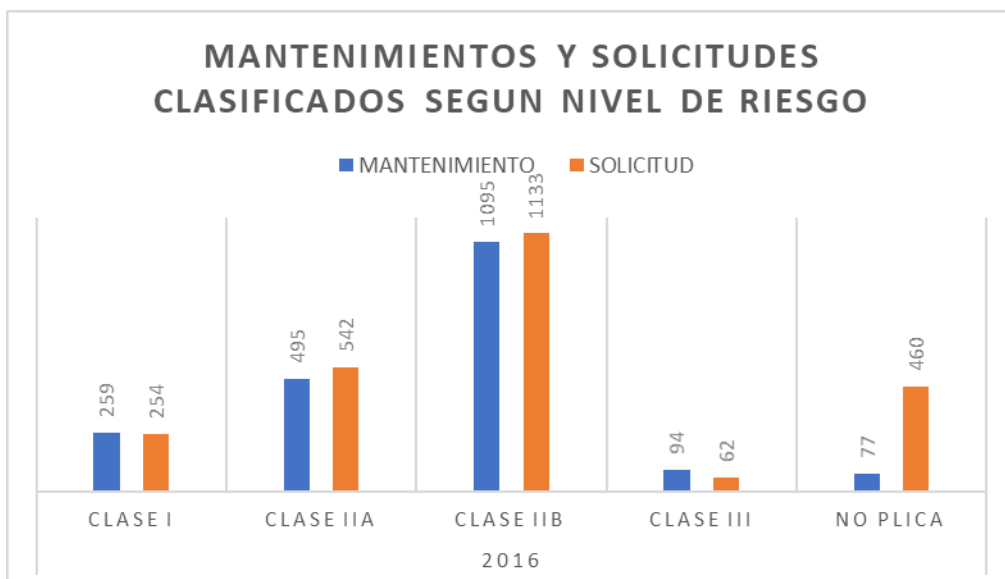
A continuación, se presenta por medio de una gráfica el volumen de mantenimientos preventivos y solicitudes de servicio agrupadas de acuerdo con la clasificación de riesgo del equipo.

**Grafica 13.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2015



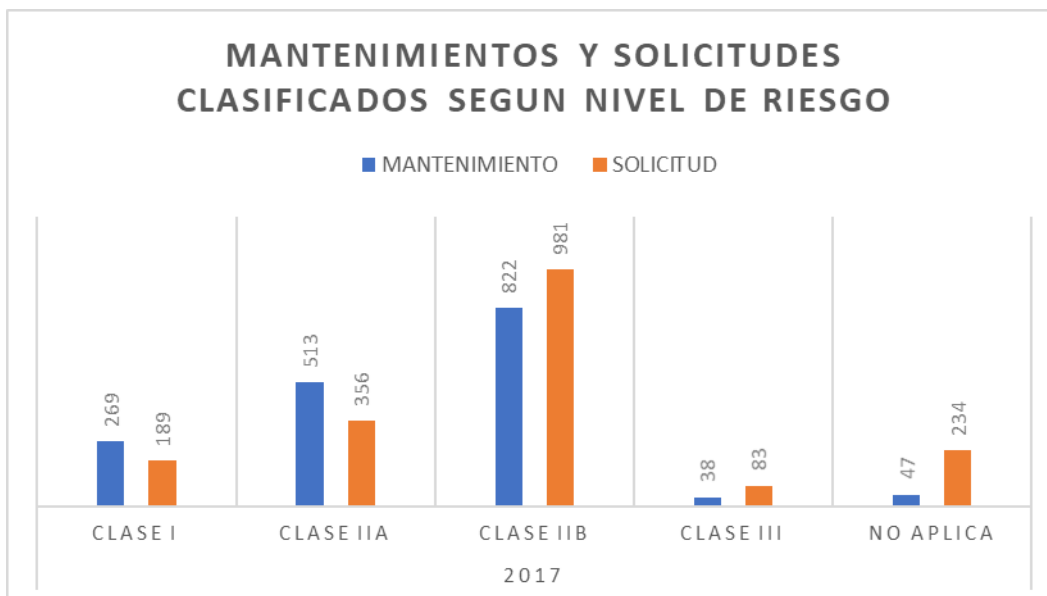
**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 14.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2016



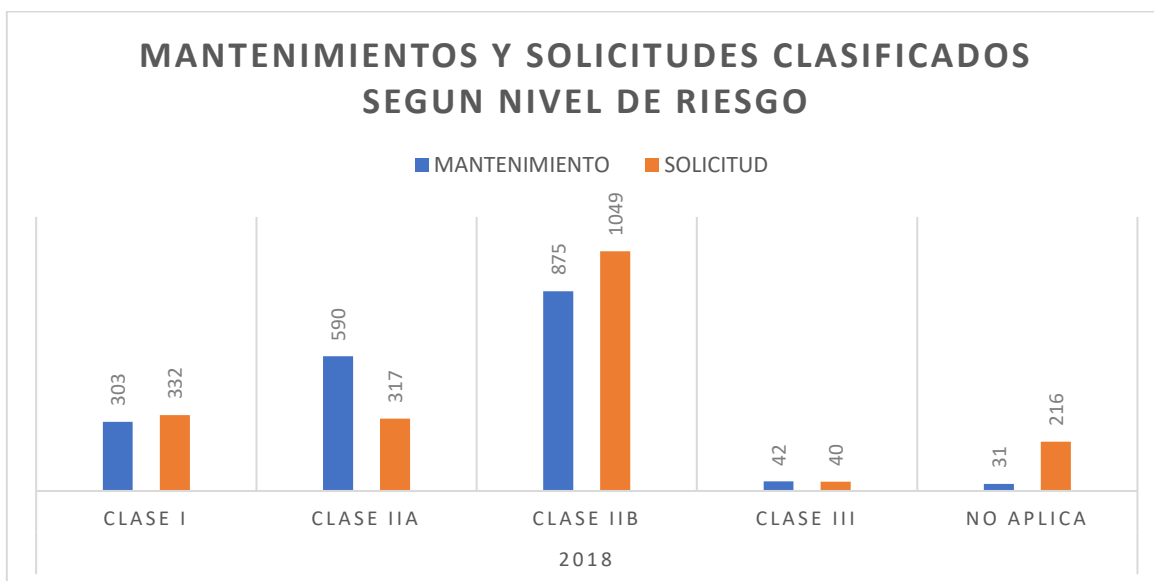
**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 15.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2017



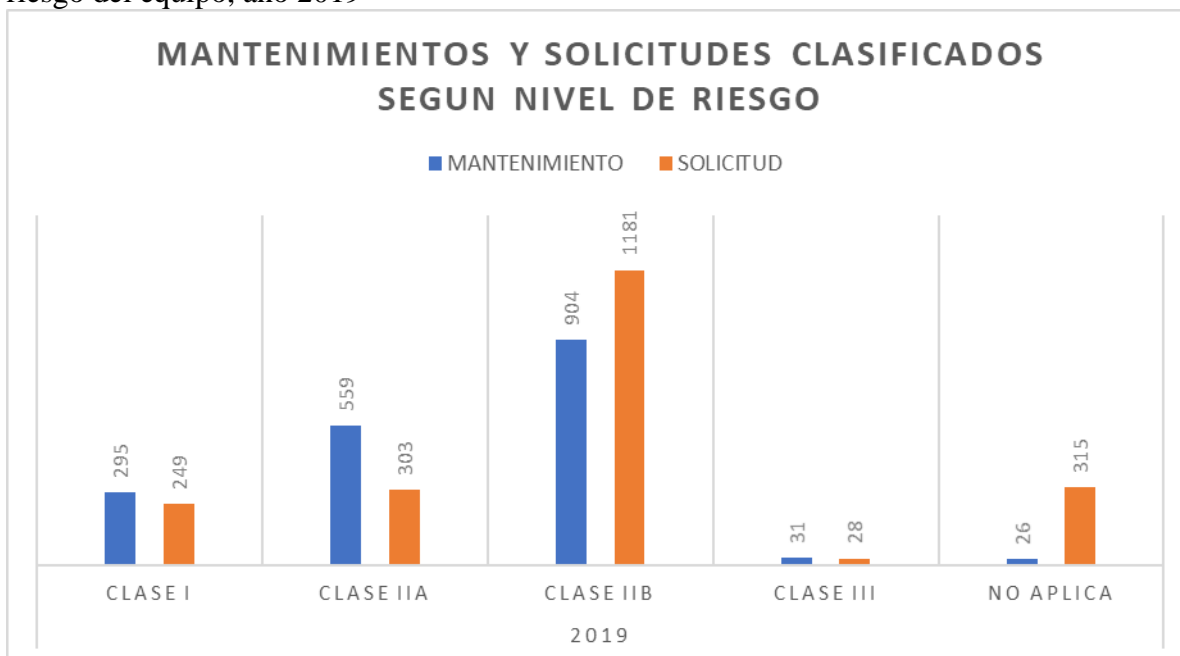
**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 16.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2018



**Fuente:** Elaboración Propia

**Grafica 17.** Cantidad de solicitudes de servicio y mantenimientos agrupados por nivel de riesgo del equipo, año 2019



**Fuente:** *Elaboración Propia*

De acuerdo con las gráficas de la 13 a la 17, se logra apreciar que en todos los años la mayor cantidad de los mantenimientos y solicitudes de servicio corresponden a equipos cuya clasificación de riesgo es IIB, hecho que no sorprende debido a que las especialidades de la clínica exigen equipos cuya función en muchas ocasiones son de soporte vital y un fallo de estos podría desencadenar eventos adversos, en la actualidad la institución cuenta con un total de 3015 equipos de los cuales 690 son clase I; 1098 son clase IIA; 1145 son clase IIB; 9 son clase III y 73 de estos equipos no presentan clasificación de riesgo, de estos resultados se tiene que los practicantes solo le pueden realizar mantenimiento preventivo a 1862 equipos, de acuerdo con la legislación vigente, ya que como lo estipula el Invima, los equipos con clasificación de riesgo mayor a IIA solo pueden ser manipulados por personal que cuente con registro Invima, en este caso los tres profesionales de planta.

La agrupación de esta información también permitió al autor identificar cuales equipos presentaron más solicitudes de falla en los 5 años de estudio, esta información está plasmada en las tablas de la 33 a la 37.

**Tabla 33.** Equipos con más solicitudes en el año 2015.

AÑO	EQUIPO	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD DE SOLICITUDES
2015	BMBA-BANESF07	CLASE I	8
	BMCE-CENTRO1	CLASE I	7
	BMTE-TERMO157	CLASE I	10
	BMTE-TERMO190	CLASE I	9
	BMTE-TERMO213	CLASE I	9
	BMEC-ECOCAR010	CLASE IIA	13
	BMEC-ECOCAR017	CLASE IIA	15
	BMET-ESTER04	CLASE IIA	14
	BMET-ESTER05	CLASE IIA	19
	BMLA-LECTIR1	CLASE IIA	10
	BMEG-ECG029	CLASE IIB	20
	BMMO-DINAM054	CLASE IIB	25
	BMMO-MONIT130	CLASE IIB	18
	BMSL-SELLA10	CLASE IIB	19
	BMTA-TAC03	CLASE III	18
	BMAN-ANGIO05	CLASE III	13
	BMAN-ANGIO06	CLASE III	16
	BMAN-ANGIO07	CLASE III	5
	BMBL-BALINT3	CLASE III	5
	BMBO-BOMPE22	CLASE III	7

**Fuente:** Elaboración Propia**Tabla 34.** Equipos con más solicitudes en el año 2016.

AÑO	EQUIPO	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD DE SOLICITUDES
2016	BMBA-BANESF07	CLASE I	9
	BMSL-SELLA14	CLASE I	7
	BMBA-BANESF07	CLASE I	6
	BMGL-GLUCO070	CLASE I	6
	BMGL-GLUCO074	CLASE I	6
	BMEC-ECOCAR010	CLASE IIA	18
	BMEC-ECOCAR014	CLASE IIA	11
	BMEC-ECOCAR016	CLASE IIA	10
	BMEC-ECOCAR017	CLASE IIA	35
	BMET-ESTER04	CLASE IIA	10
	BMDI-DIGIRX01	CLASE IIB	23
	BMEG-ECG029	CLASE IIB	13
	BMMO-DINAM064	CLASE IIB	12
	BMMO-MONIT136	CLASE IIB	20
	BMOX-PULOX76	CLASE IIB	14
	BMAN-ANGIO05	CLASE III	6
	BMAN-ANGIO06	CLASE III	16
	BMBL-BALINT3	CLASE III	8
	BMEQ-EQENCE2	CLASE III	5
	BMTA-TAC03	CLASE III	11

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 35.** Equipos con más solicitudes en el año 2017.

AÑO	EQUIPO	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD DE SOLICITUDES
2017	BMTE-TERMO198	CLASE I	5
	BMTE-TERMO254	CLASE I	5
	BMEC-ECOCAR017	CLASE IIA	12
	BMEC-ECOCAR020	CLASE IIA	14
	BMEC-ECOCAR021	CLASE IIA	11
	BMET-ESTER04	CLASE IIA	10
	BMET-ESTER05	CLASE IIA	12
	BMOX-PULOX76	CLASE IIB	9
	BMPO-POLIGR8	CLASE IIB	7
	BMRX-EQRXPO3	CLASE IIB	8
	BMRX-EQUIRX3	CLASE IIB	8
	BMRX-EQUIRX4	CLASE IIB	18
	BMAN-ANGIO08	CLASE III	9
	BMBL-BALINT5	CLASE III	5
	BMTA-TAC03	CLASE III	20

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 36.** Equipos con más solicitudes en el año 2018.

AÑO	EQUIPO	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD DE SOLICITUDES
2018	BMGL-GLUCO103	CLASE I	5
	BMSL-SELLA16	CLASE I	8
	BMTE-TERMO157	CLASE I	5
	BMTE-TERMO198	CLASE I	7
	BMEC-ECOCAR010	CLASE IIA	14
	BMEC-ECOCAR016	CLASE IIA	8
	BMEC-ECOCAR017	CLASE IIA	13
	BMET-ESTER04	CLASE IIA	11
	BMET-ESTER05	CLASE IIA	16
	BMET-LAVAD04	CLASE IIA	8
	BMBR-BRONC14	CLASE IIB	9
	BMDI-DIGIRX01	CLASE IIB	9
	BMIN-INYECT6	CLASE IIB	10
	BMMO-MONIT015	CLASE IIB	12
	BMMO-MONIT87	CLASE IIB	11
	BMAN-ANGIO05	CLASE III	5
	BMAN-ANGIO06	CLASE III	9
	BMAN-ANGIO08	CLASE III	5
	BMTA-TAC03	CLASE III	9

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 37.** Equipos con más solicitudes en el año 2019.

AÑO	EQUIPO	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD DE SOLICITUDES
2019	BMGL-GLUCO090	CLASE I	5
	BMGL-GLUCO098	CLASE I	6
	BMGL-GLUCO105	CLASE I	6
	BMGL-GLUCO121	CLASE I	8
	BMTE-TERMO157	CLASE I	8
	BMEC-ECOCAR010	CLASE IIA	11
	BMEC-ECOCAR016	CLASE IIA	20
	BMEC-ECOCAR021	CLASE IIA	7
	BMET-ESTER04	CLASE IIA	20
	BMIC-INTCAL9	CLASE IIA	8
	BMBR-BRONC22	CLASE IIB	13
	BMEP-EQPRPU04	CLASE IIB	9
	BMHO-GRHOL56	CLASE IIB	11
	BMLR-LARIN007	CLASE IIB	10
	BMMO-MONIT152	CLASE IIB	9
	BMAN-ANGIO05	CLASE III	6
	BMAN-ANGIO08	CLASE III	6
	BMTA-TAC03	CLASE III	5

*Fuente: Elaboración propia*

Es importante para el autor que se le ponga atención a la información que se presentó en las tablas de la 33 a la 37, ya que esta puede ser el pilar para la implementación de una herramienta que permita la detección anticipada de posibles solicitudes de servicio con el fin de ilustrar esto, se presentan una serie de ejemplos:

**Ejemplo 1.** De la tabla perteneciente al año 2015 centrémonos el código de equipo BMEC-ECOCAR010 el cual tiene una clasificación de riesgo IIA y tomemos el número de veces que se reportó el equipo en dicho año, el cual fue 13 veces (coloreado de verde) a partir de este año empezamos a observar el número de veces que se reportó en los años 2016, 2017, 2018 y 2019, el cual para este equipo en particular fue de 56 veces y si contamos el número de mantenimientos que se le realizan a dicho equipo por año que son 2, esto da en total a que este equipo en particular lo revisaron 66 veces en los 5 años de estudio, dando como resultado que este equipo estuvo en el área de ingeniería cada 27 días; y si revisamos el anexo 5, en el cual se encuentra la descripción de las solicitudes, encontraremos que una parte de estas están relacionadas a la pantalla del equipo y en la mayoría de las ocasiones no presenta una descripción clara del problema, sin embargo, esta información nos permitiría tomar como medida, colocar más atención al estado de la pantalla del equipo en cada mantenimiento y realizar una pequeña inducción al personal asistencial sobre cuáles deben ser los principales



cuidados que se deben tener con la pantalla del equipo, esta acción se puede ver reflejada en la reducción de costos de mantenimientos correctivos y en la inminente mejora de los indicadores del servicio.

**Ejemplo 2.** Con un procedimiento análogo al realizado en el ejemplo anterior se puede obtener para el equipo con código BMTA-TAC03 o tomógrafo, que se le realizaron 63 solicitudes de servicio y teniendo en cuenta el número de mantenimientos preventivos programados por año se tiene que, en los 5 años, este equipo se revisó en total 83 veces, lo cual equivale a que se revisó cada 21 días, a comparación con el ejemplo anterior las solicitudes relacionadas a este equipo son en su mayoría con problemas con el cable de EKG, problemas con el encendido del equipo y en varias ocasiones se presentaron problemas con los protocolos de los estudios.

Como se mencionó anteriormente el estudio de esta información puede dar pie a toma de decisiones importantes para la institución, como lo es, a la hora de renovar tecnología pueden mirar los equipos que más daños presentaron y relacionarles sus respectivas marcas y así mirar que marcas presentan más confiabilidad que otras, también analizando la parte de costos se podrían determinar que tecnologías serian mejor renovar que reparar y así sucesivamente.

Por otro lado, con el fin de conocer un poco mejor los perfiles de las personas que se encargan directamente de dar respuesta oportuna a las solicitudes de servicio y de programar, coordinar y ejecutar los mantenimientos preventivos de los diferentes equipos biomédicos, se diseñó una encuesta de la cual se obtuvieron los resultados plasmados en la tabla 38 y las preguntas realizadas en dicha encuesta se pueden observar en el anexo 6.

**Tabla 38.** Resultado de la encuesta realizada a los profesionales del servicio.

Preguntas	Profesional 1	Profesional 2	Profesional 3
Nivel de Educación	Tecnología	Tecnología	Profesional
Cantidad de horas semanales destinadas para programar, coordinar y/o ejecutar los mantenimientos preventivos y correctivos	24 horas	28 horas	25 horas
Cantidad de horas semanales destinadas al transporte de equipos	1 horas	2 horas	2 horas

Cantidad de horas semanales destinadas para mantener organizada y actualizada la información técnica tal como manuales de usuario, manuales de servicio y fichas técnicas en medio físico y digital, así como las hojas de vida de cada uno de los equipos en el software de mantenimiento, de acuerdo con los lineamientos de la resolución 3100 de 2019.	3 horas	2 horas	2 horas
Cantidad de horas semanales destinadas para llevar el control en los formatos establecidos para la salida de los equipos de la clínica, con el fin de garantizar su custodia.	1 horas	2 horas	1 horas
Cantidad de horas semanales destinadas, para hacer la revisión de ingreso de nuevas tecnologías garantizando el cumplimiento de los requisitos solicitado en las especificaciones y que los equipos se desempeñan según el manual.	4 horas	4 horas	2 horas
Cantidad de horas semanales destinadas para coordinar con las áreas asistenciales y con los proveedores correspondientes la capacitación en el manejo de tecnología.	1 horas	2 horas	1 horas
Cantidad de horas semanales destinadas para verificar y controlar el funcionamiento adecuado de equipos industriales de uso hospitalario tales como planta de producción de aire medicinal, bomba de vacío, central de gases medicinales y compresor de esterilización	1 horas	0 horas	4 horas
Cantidad de horas semanales destinadas para Solicitar oportunamente los insumos, repuestos y materiales requeridos para la ejecución de sus actividades, con el fin de dar atención oportuna a los requerimientos de los servicios.	3 horas	2 horas	4 horas
Cantidad de horas semanales dedicadas para retroalimentar al jefe de mantenimiento sobre los avances de las actividades en desarrollo y colaborar en el logro de	2 horas	3 horas	1 horas

objetivos y planes propuestos desde el direccionamiento estratégico, para que el proceso de gestión biomédica funcione de acuerdo con lo proyectado.			
Cantidad de horas semanales dedicadas para ejercer funciones en suplencia del jefe de ingeniería y mantenimiento en el rol de jefe de producción de aire medicinal, cuando este se encuentre ausente de la clínica, siguiendo las funciones establecidas en la Resolución 4410 de 2009, art. 33.	0 horas	0 horas	4 horas
¿Ha realizado alguna actividad no mencionada en las preguntas anteriores?	Sí	Sí	Sí
¿Si respondió de manera afirmativa a la pregunta anterior, Cuantas horas semanales dedica a estas actividades?	8 horas	3 horas	2 horas

**Fuente:** *Elaboración propia*

Es importante aclarar que la encuesta anterior solo se realizó a los tres profesionales de planta, sin embargo, adicional a estos tres profesionales el departamento de ingeniería cuenta por lo general con la colaboración de 5 practicantes de ingeniería y la supervisión de la ingeniera Isabel Cristina Nájera, la cual se dedica a actividades de tipo administrativo.

Como se puede observar en la tabla 38, los profesionales del área de ingeniería clínica no solo tienen como responsabilidad las labores técnicas en las cuales se centró el desarrollo de este trabajo, sino que también tienen otras responsabilidades y como se evidencio en las gráficas de hora hombre estas actividades consumen prácticamente todas las horas de su jornada laboral diarias.

Por otro lado, para identificar si el personal es suficiente y es adecuado para dar respuesta oportuna y de forma organizada a cada una de las actividades propias del cargo, es necesario conocer fuentes primarias y estudios donde se establezcan recomendaciones sobre qué cantidad y tipo de profesionales debe tener un departamento de ingeniería clínica.

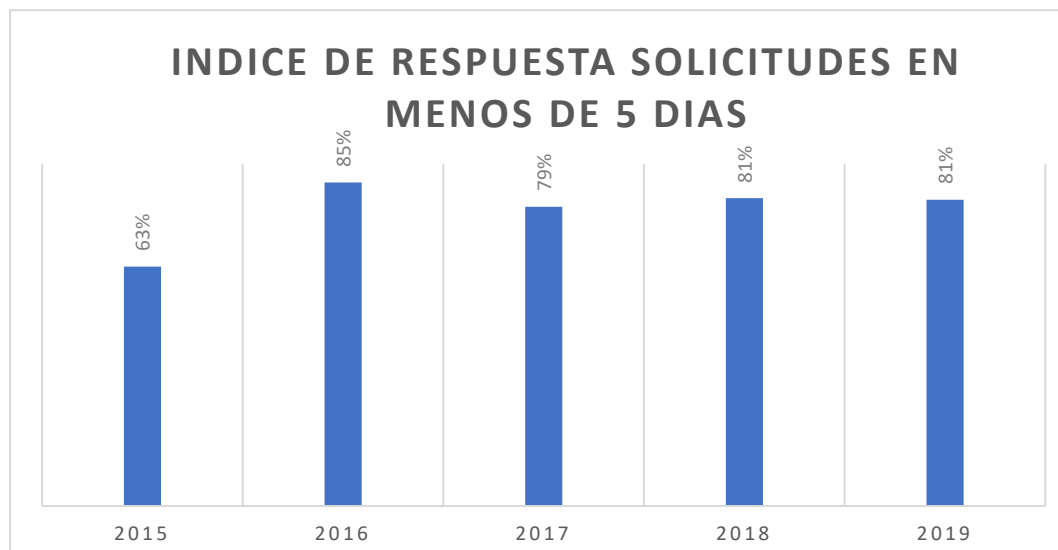
- Es considerado como criterio que por cada 100 camas se requiere un ingeniero y dos técnicos biomédico [17]

- Se recomienda un Ingeniero Biomédico por cada 100 camas. Dependiendo de las especialidades ofrecidas por la clínica, se pueden requerir de 3 a 4 técnicos por cada Ingeniero. [18]
- Por cada 100 camas censables en hospital público, es necesario contar con un ingeniero biomédico para poder desarrollar todas las funciones relacionadas con la gestión de la tecnología médica.[19]
- Se recomienda contar con entre 4 a 5 técnicos por ingeniero propios de cada especialidad.[20]

Por otro lado, se hace necesario conocer qué tipo de tecnología son las que requieren mayor atención, y como se mencionó anteriormente de acuerdo con las especialidades de la clínica, las tecnologías que más atención requieren son las de clase IIB y clase III, las cuales en su mayoría son de monitoreo y soporte vital, de acuerdo con lo especificado en el anexo 7, los mantenimientos preventivos de este tipo de tecnología demandaran 3848 horas/anuales y 199 Horas/anuales respectivamente.

Otro aspecto importante para tener en cuenta es el tiempo de respuesta obtenido en función del desempeño requerido, este es un indicador claro de la eficiencia en la necesidad de personal presencial en las instituciones logrando una mayor disponibilidad, menores desplazamientos y un buen nivel de efectividad en las intervenciones, este aspecto es considerado en la gráfica 18.

**Grafica 18.** Porcentaje de eficiencia en la respuesta a solicitudes en menos de 5 días año por año



**Fuente:** Elaboración Propia

En la gráfica 18, se puede evidenciar que la mayoría de las solicitudes de servicio se responden 5 días después de haberse generado, el cual es el tiempo que la clínica definió como tiempo oportuno para dar respuesta a dichas solicitudes, sin embargo aproximadamente el 20% de estas solicitudes se demoran más tiempo del indicado y teóricamente este valor debe ser inferior al 10%, lo cual nos indica que en respuesta a solicitudes de servicio se encuentran por encima de lo recomendado, sin embargo este 20% puede estar relacionado a demoras con la entrega de los repuestos necesarios para dar solución al correctivo o demoras por parte de los proveedores para dar solución, es por esto que este indicativo no permite dar razón sobre la eficiencia de los profesionales para dar respuesta oportuna a los correctivos ya que esta está sujeta a otras variables que no son propias del operario.

En el presente trabajo no se realizó un análisis de los índices de indicadores en cuanto a la ejecución de mantenimientos preventivos ya que no se encontró información concisa en cuál es la cantidad de mantenimientos que se realizan cada mes de los años de estudio, sin embargo, realizando un análisis de los mantenimientos que se programaron en cada uno de los años y los que se cerraron en el mismo año se presenta que el 100% de los mantenimientos programados son ejecutados.

## Conclusiones

- Se identifico la dinámica del servicio por medio de la agrupación de las solicitudes de ordenes de servicio y órdenes para mantenimiento preventivo, sin embargo no es coherente discriminar como es el rendimiento de los tres profesionales del área de ingeniería en cuanto a la ejecución de sus actividades principales, ya que la ejecución de los mantenimientos preventivos está sujeta principalmente a la disponibilidad de los equipos biomédicos por parte de los servicios, no obstante estos se realizan todos en la mayoría de los casos, por otro lado para dar respuesta a las solicitudes de servicio, estos en la mayoría de los casos están sujetas al tiempo de respuesta de algunos proveedores, si no se tiene el repuesto se debe esperar a que se consiga, si este repuesto hay que importarlo en promedio son de 1-2 meses de espera de dicho repuesto. Por otro lado un factor que tiene un alto peso en el desempeño de los profesionales es el constante acompañamiento de estos a los nuevos practicantes que ingresen a la institución, ya que como ellos lo manifestaron, la curva de aprendizaje de estos lleva en promedio de 2 a 3 meses para que el estudiante adquiriera los conocimientos necesarios de cómo se manejan las tareas administrativas y las tareas técnicas al interior de la institución con el fin de darle un poco más de libertad para desempeñar dichas actividades, si el lector tiene en cuenta que por año ingresan 10 aprendices, son de 4-6 meses que ellos invierten en el acompañamiento constante a los aprendices, este fenómeno incide también en la efectividad del área de ingeniería ya que como hay un cambio constante de personal, esto no permite tener una trazabilidad de la mayoría de las actividades.
- Se caracterizó el personal por medio de una encuesta afín con su perfil de contratación, en la cual se evidencio que ellos invierten en promedio el 60% de sus horas semanales en la planeación, supervisión y ejecución de mantenimientos preventivos y solicitudes de respuesta, sin embargo estas no son las únicas actividades de las cuales estos son responsables; actividades como coordinar, gestionar, asistir, dar capacitaciones, realizar actividades administrativas, transporte de equipos biomédicos, entre otras les demandan gran cantidad de tiempo que podría ser empleado a actividades más acordes con su perfil de contratación.
- Se identificaron que tipo de ordenes de solicitudes de servicio y mantenimientos preventivos demandan la mayoría de tiempo, dando como resultado que las relacionadas con equipos de nivel de riesgo IIB son las que se presentan en mayor volumen, dado que los mantenimientos preventivos son constantes y no es

conveniente modificar el volumen de estos por año, se recomienda una redistribución de mantenimientos por mes lo cual permitiría aplanar la curva de tendencia presentada en la gráfica 11, esto a los ojos del autor permitirá mejorar la disponibilidad de los equipos ya que no se cargaran tantos mantenimientos preventivos a un solo servicio en un mes determinado, para el caso de las solicitudes de servicio se recomienda realizar una sensibilización a las personas encargadas de digitarlas sobre lo importante que es describir adecuadamente la causa de falla del equipo ya que como se evidencio en el proyecto, el volumen de solicitudes por año es más del 50% de las ordenes generadas anualmente, esto está directamente ligado al hecho de que no se han identificado las principales fallas dando como resultado el volumen de solicitudes que se generan anualmente.

Por ultimo se recomienda por parte del autor hacia la institución, realizar sensibilizaciones constantes al personal asistencial sobre la importancia que tiene el buen manejo de los equipos biomédicos de la institución ya que la mayoría de las solicitudes que se presentaron en el tiempo que estuve realizando mi etapa practica fueron por mal uso de los equipos, por otro lado es de vital importancia encontrar cuales son las causas de fallas mas comunes presentes en las solicitudes de servicio (para esto pueden tomar de referencia el anexo 5) con el fin de prevenirlas y así disminuir el volumen de solicitudes que se generan anualmente, para esto se recomienda un acompañamiento constante al personal encargado de digitar dichas solicitudes con el fin de que esta esté lo más explicita posible y así logran identificar estas fallas y poder aplicar la ley de Pareto o comúnmente conocida como la ley del 80/20, la cual nos dice que el 20% de las causas son responsables del 80% de los efectos y para esto seria necesario contar con mas personal de planta ya que como se evidencio a lo largo del proyecto la rotación constante de personal no permite tener una trazabilidad clara de los procesos y esto incide directamente en el desarrollo de las actividades del servicio. Por otro lado, conocer las fallas mas comunes pueden dar pie a realizar un análisis de costos los cuales pueden sustentar la renovación de tecnologías, este análisis también se puede relacionar con las marcas de los equipos que mas fallas presentan y así saber que marcas son más confiables, lo que les permitiría sustentar reclamos o aventajar a la institución en cuanto a la formulación de acuerdos con las marcas menos confiables en cuanto al tipo de contrato para mantenimientos, garantías y otros procesos que están relacionados con la gestión tecnológica.

## Referencias Bibliográficas

- [1] García Palencia, o., 2006. El Mantenimiento General Administración De Empresas. [online] Repositorio.uptc.edu.co. Available at: <<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>> [Accessed 5 June 2020].
- [2] Artaza B, O., Barría I, M. and Fuenzalida, A., 2020. MODELO DE GESTIÓN DE ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS. [online] Bibliotecaminsal.cl. Available at: <<http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2016/03/9.pdf>> [Accessed 11 June 2020].
- [3] Álzate Parra, J., 2019. “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. 1st ed. Medellín: Universidad de Antioquia.
- [4] Ecured.cu. 2020. Gestión Tecnológica - Ecured. [online] Available at: <[https://www.ecured.cu/Gesti%C3%B3n\\_Tecnol%C3%B3gica](https://www.ecured.cu/Gesti%C3%B3n_Tecnol%C3%B3gica)> [Accessed 15 June 2020].
- [5] khristiano\_p, M., 2020. Gestión Tecnológica - Monografias.Com. [online] Monografias.com. Available at: <<https://www.monografias.com/trabajos21/gestion-tecnologica/gestion-tecnologica.shtml>> [Accessed 10 June 2020].
- [6] Salazar-Flórez KJ, Botero-Botero S, Jiménez-Hernández CN. Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas Rev. Gerenc. Polít. Salud. 2016; 15(31): 88-118. [http:// dx.doi.org/10.11144/Javeriana.rgyps15-31.atbi](http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.rgyps15-31.atbi)
- [7] VILCAHUAMÁN, L., 2020. Ingeniería Clínica Y Gestión De Tecnología En Salud: Avances Y Propuestas. [online] Its.uvm.edu. Available at: <[http://its.uvm.edu/pucp\\_cengets/libro-cengets-nov2006.pdf](http://its.uvm.edu/pucp_cengets/libro-cengets-nov2006.pdf)> [Accessed 4 June 2020].



[8] Dssa.gov.co. 2020. SISTEMA OBLIGATORIO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD. [online] Available at: <<https://www.dssa.gov.co/index.php/descargas/913-0-generalidades/file>> [Accessed 13 June 2020].

[9] **Colombia**, M., 2020. Sistema Único De Acreditación. [online] Minsalud.gov.co. Available at: <<https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/sistema-unico-acreditacion-sistemaobligatorio-garantia-calidad.aspx>> [Accessed 16 June 2020].

[10] Jointcommissioninternational.org. 2020. Home. [online] Available at: <<https://www.jointcommissioninternational.org/>> [Accessed 16 June 2020].

[11] Who.int. 2020. Acceso. [online] Available at: <<https://www.who.int/es>> [Accessed 16 June 2020].

[12] Lucero Diaz, D., 2020. *Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Y Seguridad Industrial Para Fábrica Minerosa*. [online] Bibdigital.epn.edu.ec. Available at: <<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>> [Accessed 2 October 2020].

[13] Muñoz Salazar, K., 2020. *Manual De Protocolo De Mantenimientos De Equipos Biomédicos Para Hospital Susana López De Valencia*. [online] Red.uao.edu.co. Available at: <<http://red.uao.edu.co:8080/bitstream/10614/6063/1/T04059.pdf>> [Accessed 2 October 2020].

[14] Orellana, L., 2020. *Estadística Descriptiva*. [online] Dm.uba.ar. Available at: <[http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica\\_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/modulo%20descriptiva.pdf)> [Accessed 2 October 2020].

[15] FREE, S., 2020. *Asimetría Y Curtosis: Medidas Estadísticas De Distribución - Curso De Spss Gratis*. [online] Spssfree.com. Available at: <<http://www.spssfree.com/curso-de-spss/analisis-descriptivo/medidas-de-distribucion-curtosis-asimetria.html>> [Accessed 2 October 2020].

[16] Cardiovid.org.co. 2020. *Clínica Cardio VID*. [online] Available at: <<http://www.cardiovid.org.co/>> [Accessed 2 October 2020].

[17] Salas, M., 2020. *Hospitales De Seguridad Social Enrique Yanez Libro Pdf*. [online] Academia.edu. Available at:

<[http://www.academia.edu/27716684/Hospitales\\_de\\_Seguridad\\_Social\\_Enrique\\_Yanez\\_Libro\\_pd](http://www.academia.edu/27716684/Hospitales_de_Seguridad_Social_Enrique_Yanez_Libro_pd)> [Accessed 2 October 2020].

[18] Denis, E., 2020. *Ingeniería Clínica*. [online] Goodreads.com. Available at: <<https://www.goodreads.com/book/show/25371261-ingenier-a-cl-nica>> [Accessed 2 October 2020].

[19] Ortiz Posada, 2020. [online] Iner.salud.gob.mx. Available at: <[http://iner.salud.gob.mx/descargas/normatecainterna/MPdirmedica/MP\\_INGBIOMEDICA\\_11062018.pdf](http://iner.salud.gob.mx/descargas/normatecainterna/MPdirmedica/MP_INGBIOMEDICA_11062018.pdf)> [Accessed 2 October 2020].]

[20] Ramírez, C., 2020. *Principios De Administración Hospitalaria Por Campos De Acción • GestioPolis*. [online] GestioPolis. Available at: <<https://www.gestiopolis.com/principios-de-administracion-hospitalaria-por-campos-de-accion/>> [Accessed 2 October 2020].

## **Anexos**

Anexo 1: Base de datos Solicitudes

Anexo 2: Base de datos Mantenimientos

Anexo 3: Equipos realizados por proveedores externos

Anexo 4: Solicitudes con responsable

Anexo 5: Equipos con más solicitudes

Anexo 6: Encuesta del personal

Anexo 7: Índice de equipos