



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**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**

Autor(es)

Juan Ignacio Alzate Parra

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

Juan Ignacio Alzate Parra

Tesis como requisito para optar al título de:
Magister en Ingeniería.

Director.

Alher Mauricio Hernández Valdivieso Phd.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Programa de Bioingeniería.
Medellín, Colombia
2019.

A Dios por ser el camino que me ha permitido alcanzar los objetivos propuestos en mi camino y la guía que me acompaña en mis días.

A mis padres y hermanos por estar en todo momento junto a mi impulsándome a seguir mejorando día a día como persona y como profesional.

A mi esposa e hijos que son parte fundamental de mi vida y siempre son la fuerza que me impulsa a disfrutar cada paso del camino.

AGRADECIMIENTOS

Al Director, el profesor Alher Mauricio Hernández por el valioso acompañamiento y orientación con gran profesionalismo y paciencia, sin su apoyo no hubiese sido posible lograr este trabajo.

A las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud en las cuales se ha desarrollado el proyecto, por el aporte en conocimiento y experiencias que han permitido el crecimiento personal y profesional.

A la Universidad de Antioquia, por estar siempre presente en mi camino de avance personal y profesional, y por brindarme las bases necesarias para la búsqueda incansable de soluciones para el ambiente hospitalario.

RESUMEN

Problemas como el constante cambio de la tecnología hospitalaria y los riesgos inherentes a la administración pública, presentes durante su vida útil, destacando la escasa captación de recursos derivados de las Entidades Prestadoras de Servicios de salud (EPS) y los entes estatales, así como la variación constante de personal debido a factores políticos y económicos, con presencia de cooperativas de trabajo y cambios de gerencia y direccionamiento en cada cuatrienio.

Son riesgos que plantean la necesidad fundamental de conocer alternativas metodológicas que permitan delimitar los recursos humanos necesarios para administrar adecuadamente un departamento de ingeniería clínica en un hospital público de alto nivel de complejidad, a partir de las evidencias de implementación derivadas de un modelo de gestión de información de gestión tecnológica que permite el control de riesgos financieros, asistenciales y tecnológicos.

Esta problemática es la raíz de este trabajo de investigación dentro del cual se busca caracterizar la información de gestión tecnológica bajo la cual se administran los procesos del ciclo de vida útil de la tecnología (Equipos, Infraestructura, Redes y Otros) con miras a crear una estructura de personal que responda a las necesidades de cada institución. En este sentido, se diseñó una herramienta que permitió evaluar variables que describen aspectos fundamentales del comportamiento de la *gestión de actividades* en 2 instituciones de alto nivel de carácter departamental que permitan la toma de decisiones fundamentadas y la mejora de los procesos de Ingeniería Clínica. En desarrollo de este objetivo principal se definieron y desarrollaron, los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar una herramienta de consolidación de solicitudes y análisis, que permita tipificar las necesidades hospitalarias.
- Estimar el costo de personal asociado al funcionamiento de un departamento de Ingeniería clínica y cuantificarlo de acuerdo con la dinámica caracterizada según el nivel de atención.
- Implementar análisis estadísticos que faciliten la toma de decisiones dentro del marco regulatorio Colombiano.

Este trabajo presenta una metodología que facilita la caracterización de la dinámica del servicio de ingeniería clínica, permite medir el desempeño de la planta de personal y describe una estrategia para configurar una estructura de recursos humanos acorde con las necesidades de cada institución. Adicionalmente, se consigue identificar las áreas y equipos que más consumen servicios de gestión tecnológica. Aunque el propósito de este trabajo de maestría fue estructurar de manera sistemática la planta de personal, las estrategias desarrolladas facilitan el seguimiento y mejoramiento continuo de un departamento de ingeniería clínica.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1. GENERALIDADES DE GESTIÓN TECNOLÓGICA.....	17
1.2. MEJORA EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA	19
1.3. GESTIÓN TECNOLÓGICA CON INGENIERÍA BIOMÉDICA.....	21
2. MARCO REGULATORIO	23
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1. TIPO DE ESTUDIO Y POBLACIÓN	24
3.2. ELABORACIÓN DE HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .	25
3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA DEL SERVICIO	26
3.4. ESTRUCTURACIÓN DE LAS NECESIDADES DE PERSONAL.....	28
4. RESULTADOS	29
4.1. ¿Qué tipo y cantidad de solicitudes son requeridas en una institución de alta complejidad?.....	29
4.2. ¿Realmente disminuye la cantidad de servicios correctivos si se incrementa el volumen de actividades en prevención?	34
4.3. ¿Cuánto personal es requerido y de qué tipo para la ejecución de actividades de forma organizada?.....	42
4.4. ¿Qué tipo de tecnología requiere un mayor nivel de atención en cuanto al margen de fallas ocasionadas?	51
4.5. Estructuración de las necesidades de personal.	53
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	61
5.1. ¿Qué tipo y cantidad de solicitudes son requeridas en una institución de alta complejidad?.....	61
5.2. ¿Realmente disminuye la cantidad de servicios correctivos si se incrementa el volumen de actividades en prevención?	62
5.3. ¿Cuánto personal es requerido y de qué tipo para la ejecución de actividades de forma organizada?.....	63
5.4. ¿Qué tipo de tecnología requiere un mayor nivel de atención en cuanto al margen de fallas ocasionadas?	64
5.5. Conclusiones Generales.....	65
6. BIBLIOGRAFÍA	68

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ruta de mejoramiento en gestión tecnológica	20
Figura 2. Diagrama de control en la gestión tecnológica.....	21
Figura 3. Ciclo de gestión de la tecnología biomédica.....	22
Figura 4. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HLM 2013	30
Figura 5. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HLM 2014	31
Figura 6. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HSR 2013	32
Figura 7. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HSR 2013	33
Figura 8. Diagrama de caja Clase Equipos.....	35
Figura 9. Diagrama de caja Clase Infraestructura.....	37
Figura 10. Diagrama de caja Clase Redes.....	39
Figura 11. Diagrama de caja Clase Otros.....	41
Figura 12. Esquema de personal según tipo y actividad principal detectada.....	55
Figura 13. Diagrama de Costo Vs Frecuencia en mantenimiento.....	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad asociada	23
Tabla 2. Características IPS E.S.E. Hospital La María de Medellín (HLM) – Nivel III- REPS 0500106086.....	24
Tabla 3. Características IPS E.S.E Hospital San Rafael de Itagüí (HSR) – Nivel II (III en capacidad real instalada). – REPS 0536004339– 2 sedes.....	25
Tabla 4. Estrategias de captación de necesidades	26
Tabla 5. Variables según tipo y método de análisis	28
Tabla 6. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HLM 2013.....	30
Tabla 7. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HLM 2014.....	31
Tabla 8. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HSR 2013.....	32
Tabla 9. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HSR 2013.....	33
Tabla 10. Estadísticos descriptivos Clase Equipos.....	34
Tabla 11. Pruebas de normalidad Clase Equipos	35
Tabla 12. Estadísticos descriptivos Clase Infraestructura	36
Tabla 13. Pruebas de normalidad Clase Infraestructura.....	36
Tabla 14. Estadísticos descriptivos Clase Redes.....	38
Tabla 15. Pruebas de normalidad Clase Redes.....	38
Tabla 16. Estadísticos descriptivos Clase Otros.....	40
Tabla 17. . Pruebas de normalidad Clase Otros.....	40
Tabla 18. . Pruebas de normalidad TG E HLM 2013.....	42
Tabla 19. Índice M por mes MP E 2013 HLM.....	43
Tabla 20. Índice M por mes MC E HLM 2013.....	43
Tabla 21. Pruebas de normalidad TG E HLM 2014.....	44
Tabla 22. Índice M por mes MP E HLM 2014.....	44
Tabla 23. Índice M por mes MC E HLM 2014.....	45
Tabla 24. Pruebas de normalidad TG E HSR 2013.....	45
Tabla 25. Cálculo de índice medio de servicio MP E HSR 2013 (Índice M).....	46
Tabla 26. Cálculo de índice medio de servicio MC E HSR 2013 (Índice M).....	46
Tabla 27. Pruebas de normalidad TG E HSR 2014.....	47
Tabla 28. Índice M por mes MP E HSR 2014.....	47
Tabla 29. Índice M por mes MC E HSR 2014.....	48
Tabla 30. Pruebas de normalidad TC I,R,O HLM	48
Tabla 31. Índice M por mes MC I,R,O HLM 2013.....	49
Tabla 32. Índice M por mes MC I,R,O HLM 2014.....	49
Tabla 33. Pruebas de normalidad TC I,R;O HSR	50
Tabla 34. Índice M por mes MC I,R,O HSR 2013.....	50
Tabla 35. Índice M por mes MC I,R,O HSR 2014.....	51
Tabla 36. Solicitudes principales de servicio MC E HSR 2013.....	52
Tabla 37. Solicitudes principales de servicio MC E HSR 2014.....	52
Tabla 38. Solicitudes principales de servicio MC E HLM 2013.....	53
Tabla 39. Solicitudes principales de servicio MC E HLM 2014.....	53
Tabla 40. Estimación del personal operativo en HLM 2013.....	56
Tabla 41. Planta de personal definida HLM 2013.....	57

<i>Tabla 42. Estimación del personal operativo en HLM 2014.</i>	57
<i>Tabla 43. Planta de personal definida HLM 2014.</i>	58
<i>Tabla 44. Estimación del personal operativo en HSR 2013.</i>	58
<i>Tabla 45. Planta de personal definida HSR 2013.</i>	59
<i>Tabla 46. Estimación del personal operativo en HSR 2014.</i>	60
<i>Tabla 47. Planta de personal definida HSR 2014.</i>	60

INTRODUCCIÓN

La administración tecnológica de una institución prestadora de servicios de salud (IPS) es una actividad compleja. Son muchos los factores que interactúan (personal, información, logística, cultura, entre otros). Para atender la complejidad de los servicios de salud se aplican conceptos, métodos y estrategias de ingeniería. Aunque la mayoría de información, procesos de investigación, desarrollo, prueba y producción de tecnología proviene del exterior, en el ámbito local, incorporarlos requiere no sólo conocer las experiencias logradas internacionalmente, sino mejorarlas adaptándolas a nuestra realidad. Esta adaptación demanda el conocimiento y la caracterización de la información local por parte de las instituciones.

Si se dimensiona que la tecnología hospitalaria es amplia, al ser entendida como un conjunto que abarca equipos, infraestructura, redes, mobiliario y demás elementos, integrando sus procesos, información y decisiones; entonces, resulta evidente que para mejorar la gestión se necesita del conocimiento integral de información acerca de todas estas componentes antes de lograr una adecuada planeación (Centro de Ingeniería Clínica y Gestión de Tecnología (CENGETS), 2006).

Esta información es la base de la planeación de la estructura orgánico funcional para la gestión en tecnología, en la cual se hace referencia a la etapa inicial de un proceso donde intervienen el análisis y la formulación de objetivos tecnológicos, metas, cronogramas, responsables, además de los recursos financieros asociados.

Una vez definida una estructura de personal y un plan de gestión tecnológica, se examina continuamente el impacto en la planeación financiera, el recurso humano previsto, y demás aspectos operativos que permitan garantizar que la programación de actividades se mantiene sin interrupciones y que se realizan las mejoras derivadas de la ejecución del plan (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2012).

A través de la experiencia del autor, como ingeniero de servicio en hospitales públicos del orden departamental, se evidenció que, si bien existen departamentos de ingeniería clínica en los diferentes hospitales, la información referente a la gestión tecnológica (GT) en dichas instituciones se encuentra dispersa y en ocasiones incompleta, lo que imposibilita el diseño de estrategias de mejoramiento institucional. Además, los departamentos de ingeniería clínica cuentan con una planta de personal que no necesariamente obedece a las necesidades de los servicios que presta.

En este trabajo se planteó entonces la siguiente pregunta de investigación: “Caracterizando la dinámica de los servicios de ingeniería clínica en hospitales públicos y evaluando la eficiencia del recurso humano, es posible estructurar adecuadamente el personal de un departamento de ingeniería clínica”.

El lector encontrará en este trabajo la metodología implementada en el siguiente orden:

1. Descripción detallada de un método de gestión de información de la dinámica de los servicios del departamento de ingeniería clínica de dos hospitales públicos de alta complejidad del Valle de Aburrá del orden departamental, que permite captar requerimientos de cuatro grupos principales en GT como son Equipos, Infraestructura, redes y Otros (mobiliario, Accesorios). Este sistema no solo permite captar la información necesaria para este diagnóstico, sino que facilita el seguimiento a futuro.

2. Agrupación y caracterización de la información, para su posterior análisis con el fin de obtener medidas de interés y una representación adecuada de los datos en diagramas de frecuencia, se obtiene además una medida representativa del rendimiento de personal en la ejecución de actividades de servicio principales, es decir de mayor frecuencia y se analiza su distribución y medidas de representación poblacional para dimensionar la dinámica de los requerimientos de personal.

3. Posteriormente, se propone una estructura adecuada a las necesidades según los estadísticos descriptivos determinados y las recomendaciones generales derivadas de autores reconocidos en la materia, donde, de acuerdo con la dinámica identificada, se propone la cantidad de personal y sus perfiles, según la frecuencia de atención estimada, así como la importancia e independencia de las tareas asociadas al personal de tipo preventivo y correctivo.

En el capítulo 4, se presentan los resultados en el orden correspondiente a la metodología y en el capítulo 5, se discuten y presentan las conclusiones de los mismos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. GENERALIDADES DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

Actualmente hay grandes desafíos para la gestión de la tecnología en Colombia, los cuales plantean un panorama en el que se entrelazan diversos planteamientos.

La gestión tecnológica (GT), se ha conceptualizado inicialmente entendiendo la gestión como *“la administración del conocimiento para dinamizar un proceso productivo a través de la introducción sistemática de innovaciones tecnológicas y no solo vista como la adquisición de equipo, maquinaria y demás instrumentos”* Villalonga, 2003, como se citó en (Salazar, K.J., 2015) y la tecnología como *“los métodos, procesos, sistemas y habilidades que se utilizan para transformar los recursos en productos”* Bateman & Snell, 2005, como se citó en (Salazar, K.J., 2015).

Sin embargo hay un enfoque preciso de las tecnologías en salud como el conjunto de medios técnicos y de procedimientos puestos a disposición por la ciencia, la investigación y los operadores del sector salud para sus estrategias de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación (Cubillos, L., 2005).

Además se dice que la tecnología incluye *“los conocimientos teóricos como prácticos, los medios físicos, el “know how”, los métodos y procedimientos productivos, gerenciales y organizativos, así como la identificación y asimilación de éxitos y fracasos anteriores, la capacidad y destrezas del recurso humano”* Ochoa, Valdés, & Quevedo, 2007 como se cito en (Salazar, K.J., 2015).

Se reconoce que la gestión tecnológica implica *“la utilización de recursos para alcanzar objetivos, en un entorno de alta presión que plantea permanentemente problemas a los que es preciso proporcionar una respuesta”* (Cruz, A., 2010) y en la iteración de ciclos de gestión con

tiempos concretos de planeación, ejecución, control y actuación sobre los problemas es posible buscar mejoras en cada etapa, para así ajustar los procesos y alcanzar los niveles de servicio y calidad que exigen actualmente los pacientes con eficacia y eficiencia en el sistema de salud.

La gestión tecnológica se entiende luego que “surgió como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con el sentido estratégico que se le ha conferido dentro de la organización”, según se describe en (Salazar, K.J., 2015).

En éste marco se entiende que es importante la adaptación y la apropiación del conocimiento en tecnología, incorporando con la mayor amplitud posible los elementos que la integran, para optimizar los procesos y garantizar un despliegue integral en la gestión realizada, por etapas.

Existen recomendaciones sobre los modelos más adecuados de gestión tecnológica a nivel nacional e internacional con normas y organizaciones que generan metodologías y guías al respecto, al entrar en los modelos de gestión tecnológica nacional, se destaca el desarrollo de elementos dentro de un sistema propio de calidad,.

A nivel nacional se encuentra:

- El **Sistema Único de Habilitación (SUH)** que se refiere a *“las condiciones tecnológicas y científicas mínimas e indispensables para la prestación de servicios de salud, aplicables a cualquier prestador de servicios de salud, independientemente del servicio que éste ofrezca.”* (Ministerio de salud y protección social, 2014).
- El **Sistema Único de Acreditación en Colombia (SUA)**, el cual tiene como principal objetivo la atención del paciente centrada en el usuario y su familia, que 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 (Ministerio de la Protección Social, 2011)

A nivel internacional se destacan las siguientes organizaciones:

- La **Joint Commission International (JCI)**, una Institución independiente, sin fines de lucro la cual ha generado estándares de acreditación de hospitales e Instituciones de salud aplicables a nivel internacional.
- La **Organización Mundial de la salud (OMS)**, dispone un compendio de documentos técnicos sobre dispositivos médicos.
- El **Instituto de Investigaciones del Ambiente de la Salud (ECRI)** "Environmental Care Research Institute", publica sobre las fases de gestión de la tecnología biomédica, destacando dos herramientas:
 - El sistema de comparación de tecnologías (HPCS) "Healthcare Product Comparison System".
 - El modelo de gestión de riesgos a través del sistema alertas e informe anual sobre los riesgos de la tecnología médica más representativos.

1.2. MEJORA EN LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

La gestión tecnológica actúa de forma transversal en una institución y para mejorar se debe intervenir desde diferentes enfoques, en la búsqueda del mejoramiento continuo de los procesos se deben considerar los escalones en los cuales debe situarse cada institución para el cumplimiento de

requisitos que le permitan desarrollar sus capacidades y nivel de calidad, avanzando de un nivel nacional a uno internacional (Ver figura 1).

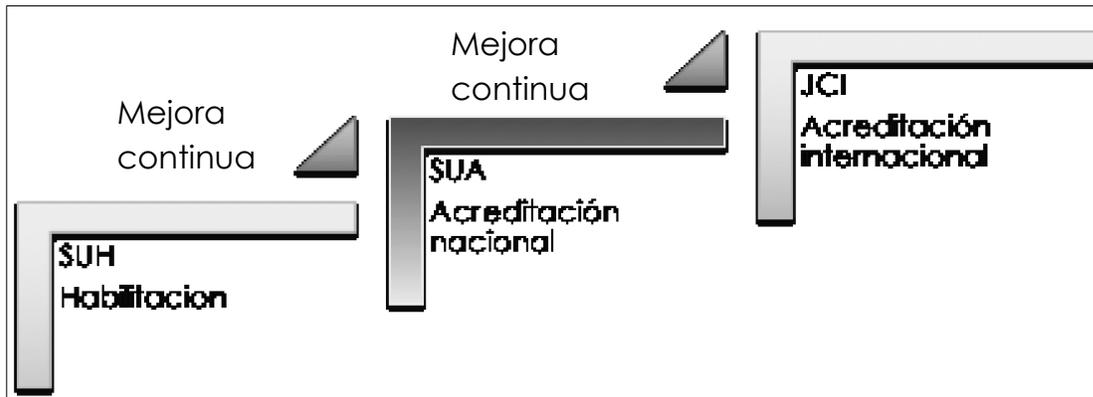


Figura 1. Ruta de mejoramiento en gestión tecnológica

Fuente: Elaboración propia.

En el mejoramiento continuo se requiere de una estructuración adecuada para alcanzar objetivos mediante pequeños ajustes consecutivos, siguiendo una ruta escalonada que permita aumentar la calidad, de acuerdo con estándares y normas superiores hasta llegar al nivel de calidad deseado.

Destacando que tanto el SUA como la JCI en sus modelos utilizan como eje principal la atención de los pacientes, se pueden 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, el cual es un enfoque de interés (Ver Anexo1).

Es por esto que se dice que avanzar en la gestión tecnológica implica desarrollar etapas de mejoramiento continuo en el ciclo de vida de la tecnología, es decir que se establezca un sistema con un alcance, unos objetivos, límites, procesos, entradas, salidas y realimentaciones. (Ver Figura 2).

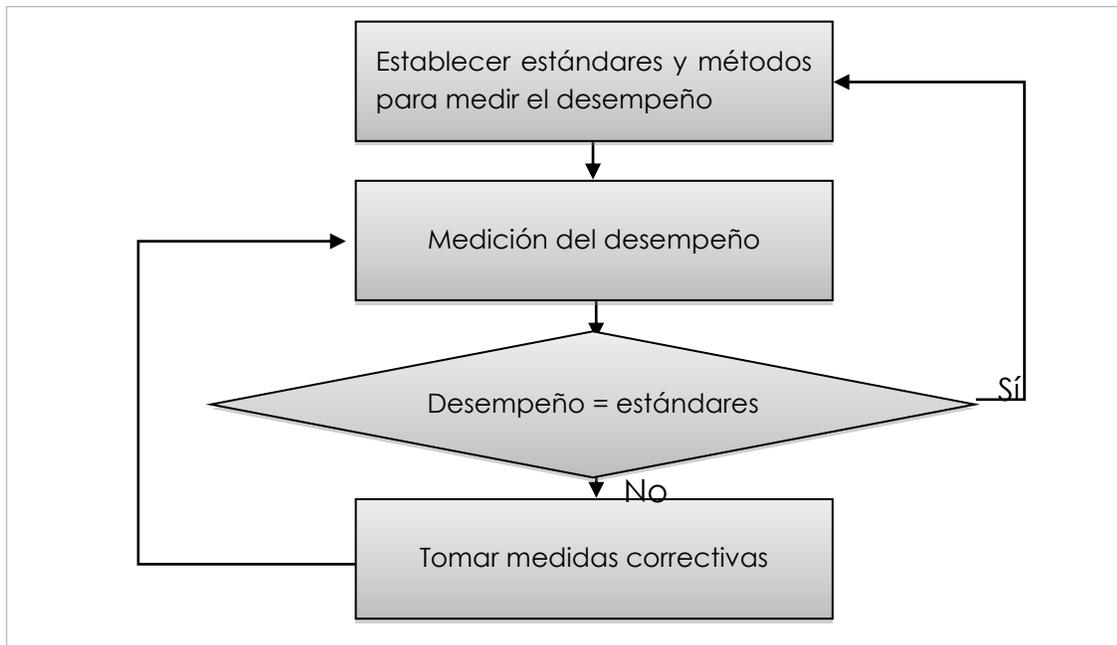


Figura 2. Diagrama de control en la gestión tecnológica.

Fuente: *Gestión Tecnológica Hospitalaria un enfoque sistémico*. Cruz. 2010.

1.3. GESTIÓN TECNOLÓGICA CON INGENIERÍA BIOMÉDICA

La gestión tecnológica integral representa la actividad principal en un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB), además de participar en los diferentes procesos del ciclo de gestión de la tecnología (Ver Figura 3).

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.

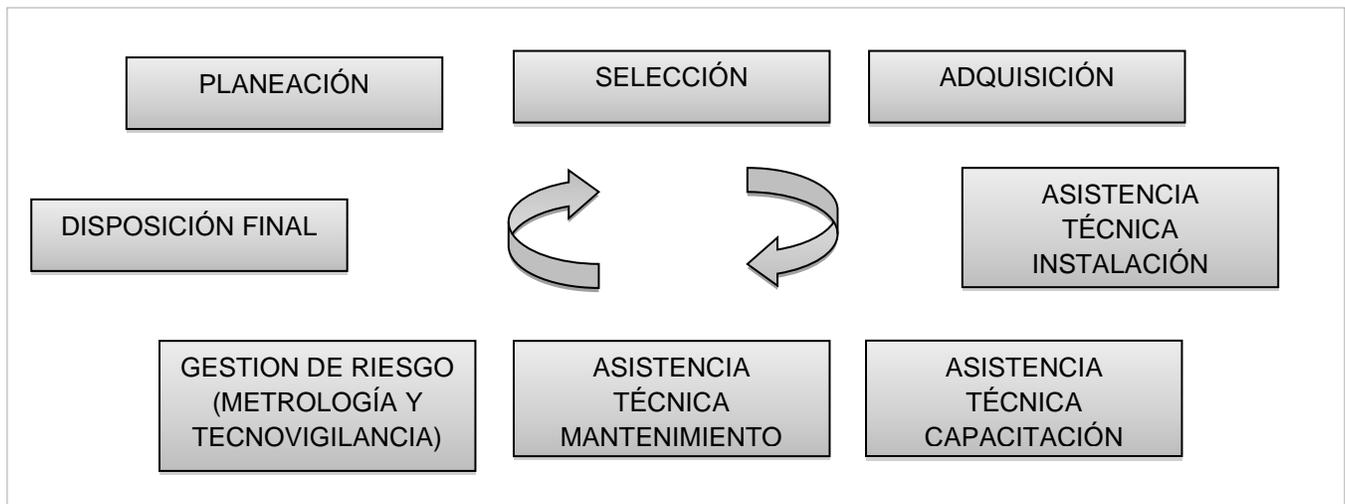


Figura 3. Ciclo de gestión de la tecnología biomédica

Fuente: Adaptado de (Ministerio de la protección social, 2015) en el cual se observan las diferentes etapas de la vida útil en fase posmercado.

Es importante entender además en GT que la seguridad del paciente es hoy en día el principal interés de los sistemas de atención en salud, tanto desde el enfoque de calidad, como de normatividad en el proceso asistencial, por lo tanto es fundamental la capacidad del personal tanto en atención como en solución de problemas, donde los riesgos de atención son cada vez más importantes y si no se mitigan, podrían afectar los beneficios propios de la atención.

Por esto la implementación de mejores prácticas de GT, con enfoque al riesgo en cada etapa de mejora, es uno de los principales componentes para incrementar la seguridad del paciente con mejor calidad a un costo óptimo (Ministerio de la Protección Social, 2010).

Es decir mayor planeación, mejor información, personal adecuado en cantidad y capacidad, además de estandarización de actividades en tecnología (Equipos, Infraestructura, Redes y otros) es hacer una gestión integral (OMS, 2012).

2. MARCO REGULATORIO

Normatividad	Alcance
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 2003 de 20014 (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.

Tabla 1. Normatividad asociada

Fuente: Elaboración propia

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO Y POBLACIÓN

Se realiza un estudio de tipo exploratorio descriptivo orientado a profundizar el conocimiento sobre las preguntas de investigación formuladas. Este se realizó a través del diseño de un módulo de registro de solicitudes llamado Plan Integral de Mejora (PIM) que permite obtener información directa en la fuente y permite establecer las características de la GT en cuanto a las solicitudes de necesidades de la tecnología disponible clasificadas por Equipos (E), Infraestructura (I), Redes (R) y Otros (O) (Mobiliario, Accesorios).

La población está compuesta por dos IPS públicas de alto nivel de complejidad, ubicadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburra y con servicios e infraestructura comparable según el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud – REPS consideradas de carácter departamental en Antioquia, las cuales se describen a continuación (Ver Tabla 2 y 3).

Grupo	Concepto	Cantidad
Camas	Adultos	94
Camas	Cuidado Intermedio Adulto	13
Camas	Cuidado Intensivo Adulto	13
Salas	Quirófano	4
Salas	Procedimientos	1

Tabla 2. Características IPS E.S.E. Hospital La María de Medellín (HLM) – Nivel III- REPS 0500106086.

Fuente: Elaboración propia.

Grupo	Concepto	Cantidad
Camas S1	Adultos	47
Camas S1	Cuidado Intensivo Adulto	12
Salas S1	Quirófano	4
Camas S2	Pediátrica	22
Camas S2	Adultos	100
Salas S2	Procedimientos	1

Tabla 3. Características IPS E.S.E Hospital San Rafael de Itagüí (HSR) – Nivel II (III en capacidad real instalada). – REPS 0536004339– 2 sedes

Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza el universo completo de información obtenida por el presente estudio, en el cual se tiene información sobre las solicitudes de servicio registradas en los años 2013 y 2014 captadas de las diferentes fuentes posibles de servicio.

3.2. ELABORACIÓN DE HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La herramienta es un modulo de registro de información llamado **Plan Integral de Mejora (PIM)** compuesto por un formulario de registro de solicitudes y un formulario de cierre de solicitudes que registran la información en una base de datos distribuida por mes.

La información captada proviene de diferentes fuentes del ciclo de GT y es plasmada de acuerdo con su tipo de categorización en Equipos, Infraestructura, Redes y Otros.

Estas corresponden a las necesidades captadas de forma pasiva cuando llega una solicitud de cualquier personal al interior de la institución y activa cuando se exploran los requerimientos (Ver Tabla 4).

Estrategia	Método	Tipo
Ronda de Detección	Consiste en recorridos de captación por un grupo interdisciplinario	Activa Visual
Dialogo Activo	Consiste en reuniones de exposición de necesidades ante un grupo interdisciplinario	Activa y Pasiva Auditiva
Peticiones, Quejas, Reclamos y Encuestas	Consiste en solicitudes necesidades efectuadas por todo el personal al interior	Pasiva Percepción
Auditorias y Referenciaciones	Consiste en identificar mejores prácticas en GT que puedan ser aplicadas en la institución.	Activa y Pasiva Evaluación

Tabla 4. Estrategias de captación de necesidades

Fuente: Elaboración propia

Todas las entradas al PIM llegan a través de una orden de servicio mediante comunicación escrita en medio digital, en el cual se consigna la información requerida en el formulario dentro del proceso de solicitud (J. Alzate, Duque, & Gonzalez, 2015).

El proceso de atención de una solicitud 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 donde se realiza la atención por parte del personal técnico del departamento de ingeniería y se genera la solución y la tercera de generación de registros y reportes de evidencia de la atención que se deben digitalizar para facilitar su consulta y análisis (Ver Anexo 2).

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA DEL SERVICIO

Se realiza un proceso de inferencia estadística orientado a obtener conclusiones acerca de parámetros poblacionales de la dinámica de servicio captada, con base en el valor de la estadística adquirida a partir de los datos muestrales extraídos de la población.

El proceso de caracterización utilizando inferencia estadística, comprendió: 1) Formulación del problema, aclarando las preguntas de investigación, 2) Definición de variables de interés, 3) Recolección de datos, 4) Análisis y descripción de resultados mediante tablas y gráficas.

La pregunta de investigación planteada es la siguiente: "Caracterizando la dinámica de los servicios de ingeniería clínica en hospitales públicos y evaluando la eficiencia del recurso humano, es posible estructurar las necesidades en cuanto a recurso humano de un departamento de ingeniería clínica"

Para el proceso de caracterización de la dinámica, se plantearon las siguientes preguntas, que permiten presentar de manera coherente los resultados obtenidos:

1. ¿Qué tipo y cantidad de solicitudes son requeridas en una institución de alta complejidad?
2. ¿Realmente disminuye la cantidad de servicios correctivos si se incrementa el volumen de actividades en prevención?
3. ¿Cuánto personal es requerido y de qué tipo para la ejecución de actividades de forma organizada?
4. ¿Qué tipo de tecnología requiere un mayor nivel de atención en cuanto al margen de fallas ocasionadas?

Para el análisis de la información obtenida, se efectuó una tabulación de acuerdo con el tipo de variable (Ver Tabla 5), se apoyó esta etapa con el uso del software de análisis predictivo SPSS y Excel, generando estadísticos descriptivos y tablas cruzadas.

No	Variable	Tipo de variable	Tipo de análisis
1	Clase de Solicitud	Cualitativa Nominal	Cualitativo
2	Mes de Solicitud	Cualitativa Ordinal	Cualitativo
3	Cantidad de Solicitudes	Cuantitativa Discreta	Cuantitativo
4	Tiempo de Solicitudes	Cuantitativa Discreta	Cuantitativo
5	Personal de Servicio	Cualitativa Nominal	Cualitativo
6	Costo de Servicio	Cuantitativa Discreta	Cuantitativo
7	Clasificación de Solicitud	Cualitativa Nominal	Cualitativo

Tabla 5. Variables según tipo y método de análisis

Fuente: Elaboración propia

3.4. ESTRUCTURACIÓN DE LAS NECESIDADES DE PERSONAL

Una vez analizada la dinámica del servicio del departamento de ingeniería clínica, y realizada la identificación de las necesidades prioritarias, así como el nivel de eficiencia del personal, se estructura un equipo de trabajo ajustado a las posibilidades de la institución, teniendo en cuenta perfiles y niveles de formación disponibles en Colombia de acuerdo con el sistema nacional de información de educación superior SNIES (ministerio de educación, 2018). La definición de roles de coordinación, control y supervisión o de competencias operacionales se define de acuerdo con la dinámica identificada en el servicio y los perfiles se ajustan según el nivel de especialidad o la capacidad para brindar apoyo en diferentes áreas.

4. RESULTADOS

Entre enero de 2013 y diciembre de 2014 se obtiene un registro de información consignada en el PIM de las instituciones en estudio. Se adquirieron un total 6132 solicitudes de servicio para 2013 y 6094 solicitudes de servicio para 2014 en HLM, además de un total de 5362 solicitudes de servicio para 2013 y 7343 solicitudes de servicio para 2014 en HSR.

4.1. **¿Qué tipo y cantidad de solicitudes son requeridas en una institución de alta complejidad?**

- ***Análisis 1: Variable 1, Clase de Solicitud Vs Variable 3, Cantidad de solicitudes***

En relación a la cantidad de solicitudes requeridas en HLM (Ver Tabla 6 y 7) se visualiza una ponderación alta de solicitudes de Clase Equipos, seguida por solicitudes de Mobiliario y Accesorios y finalmente Redes e Infraestructura, por lo tanto se tiene una idea general del volumen de cargas y el tipo de distribución de personal requerido por clasificación para HLM (Ver Figura 4 y 5).

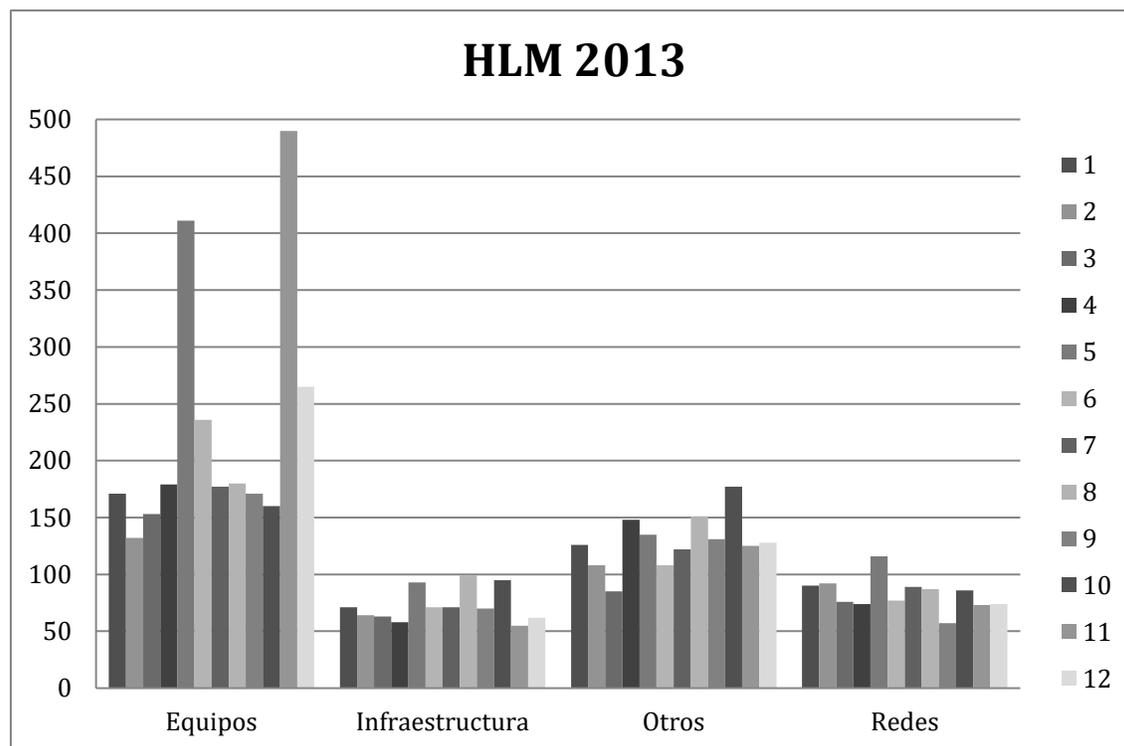


Figura 4. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HLM 2013

Fuente: Elaboración propia.

Clase de Solicitud/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Equipos	171	132	153	179	411	236	177	180	171	160	490	265	2725
Infraestructura	71	64	63	58	93	71	71	99	70	95	55	62	872
Otros	126	108	85	148	135	108	122	151	131	177	125	128	1544
Redes	90	92	76	74	116	77	89	87	57	86	73	74	991
Total general	458	396	377	459	755	492	459	517	429	518	743	529	6132

Tabla 6. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HLM 2013.

Fuente: elaboración propia.

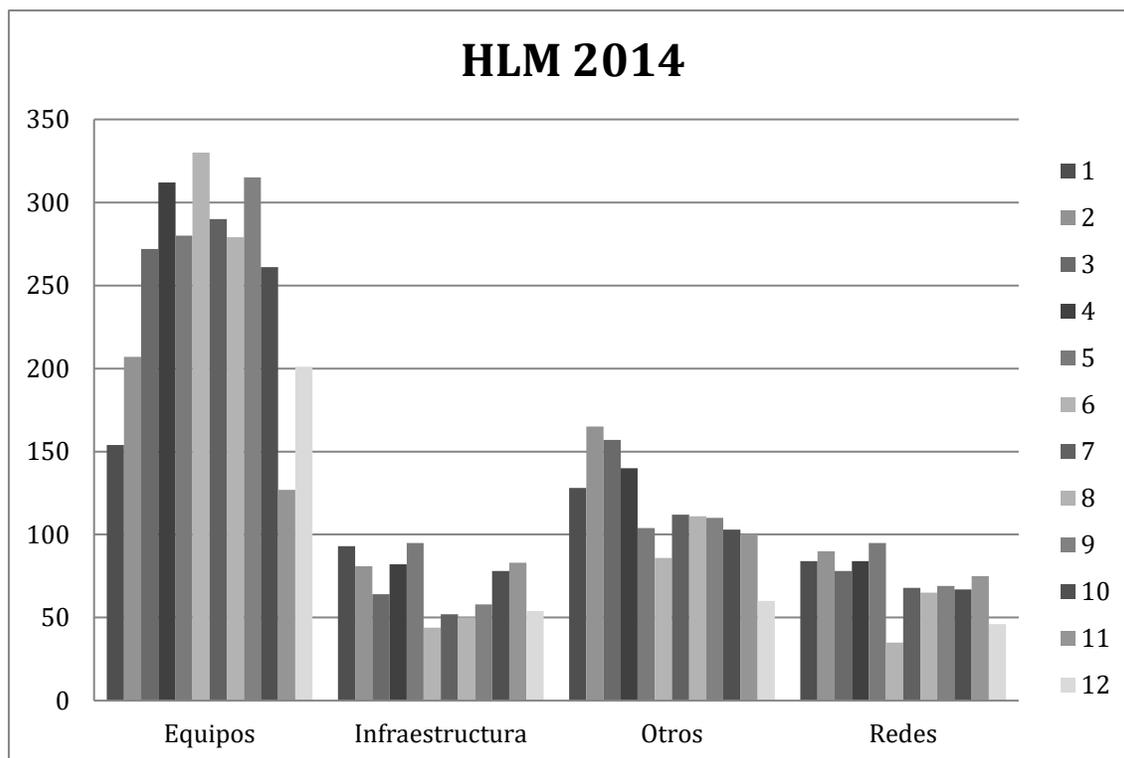


Figura 5. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HLM 2014

Fuente: Elaboración propia.

Clase de Solicitud/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Equipos	154	207	272	312	280	330	290	279	315	261	127	201	3028
Infraestructura	93	81	64	82	95	44	52	50	58	78	83	54	834
Otros	128	165	157	140	104	86	112	111	110	103	100	60	1376
Redes	84	90	78	84	95	35	68	65	69	67	75	46	856
Total general	459	543	571	618	574	495	522	505	552	509	385	361	6094

Tabla 7. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de HSR (Ver Tabla 8 y 9) se observa un comportamiento similar en el cual la Clase de solicitud de Equipos es el más denso, seguido de Otros (Mobiliario y Accesorios) y caso contrario a lo ocurrido en HLM se sitúa en tercera posición Infraestructura seguido de Redes, probablemente debido a que en el caso de HSR se trata de dos sedes con mayor área construida, se obtiene una idea de distribución de personal requerido por clasificación para HSR y sus cargas (Ver Figura 6 y 7).

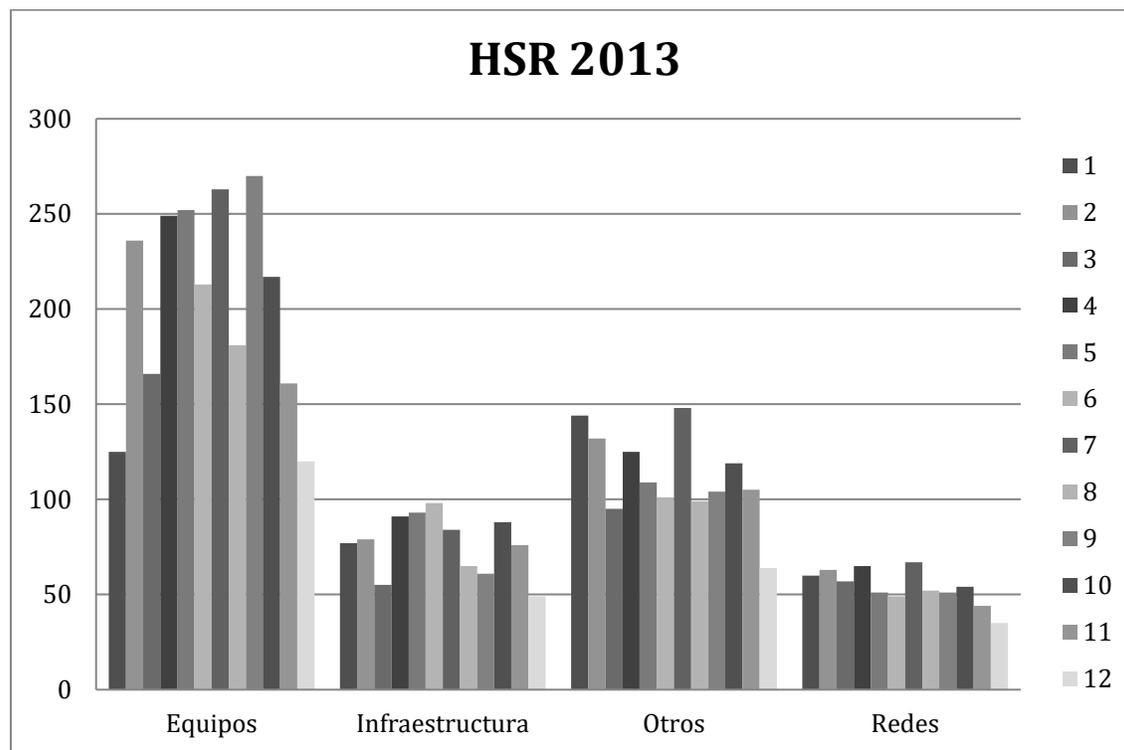


Figura 6. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HSR 2013

Fuente: Elaboración propia.

Clase de Solicitud/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Equipos	125	236	166	249	252	213	263	181	270	217	161	120	2453
Infraestructura	77	79	55	91	93	98	84	65	61	88	76	49	916
Otros	144	132	95	125	109	101	148	99	104	119	105	64	1345
Redes	60	63	57	65	51	49	67	52	51	54	44	35	648
Total general	406	510	373	530	505	461	562	397	486	478	386	268	5362

Tabla 8. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HSR 2013

Fuente: Elaboración propia

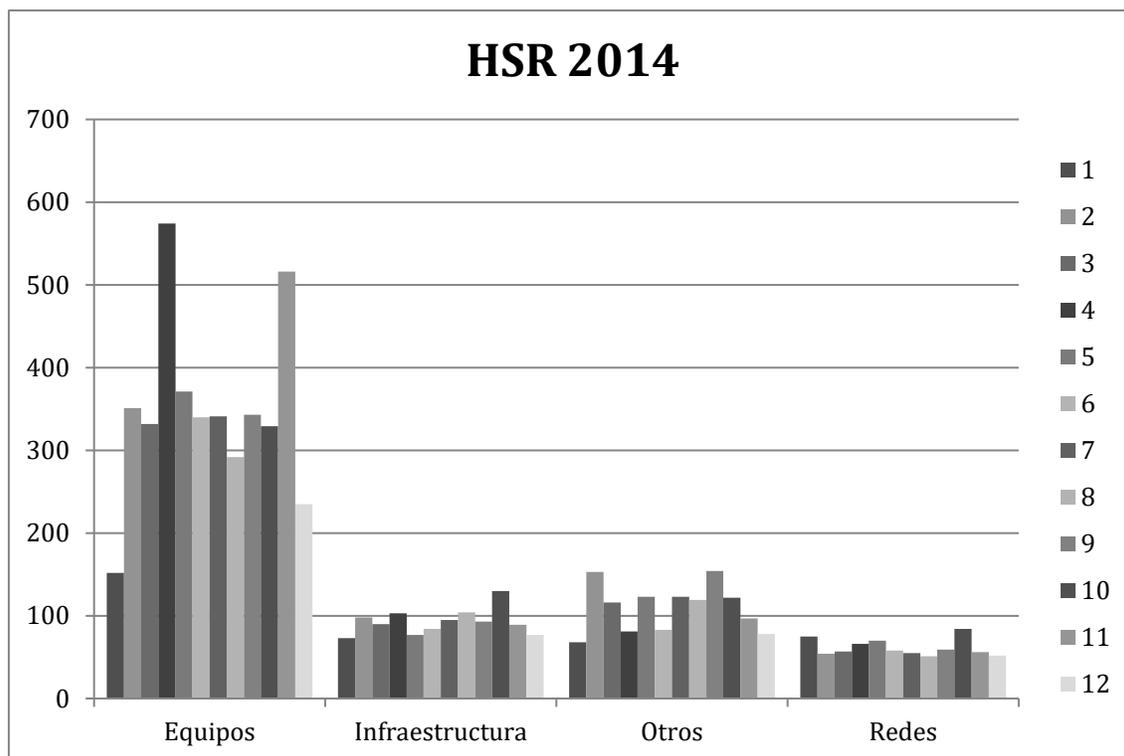


Figura 7. Volumen de solicitudes mensuales por Clase HSR 2014

Fuente: Elaboración propia.

Clase de Solicitud/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Equipos	152	351	332	574	371	340	341	292	343	329	516	235	4176
Infraestructura	73	98	90	103	77	84	95	104	93	130	89	77	1113
Otros	68	153	116	81	123	83	123	119	154	122	97	78	1317
Redes	75	54	57	66	70	58	55	51	59	84	56	52	737
Total general	368	656	595	824	641	565	614	566	649	665	758	442	7343

Tabla 9. Clase y Cantidad de solicitudes por mes HSR 2013

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la cantidad de solicitudes requeridas en instituciones públicas de alta complejidad se evidencia un comportamiento generalizado y es que hay una ponderación alta de solicitudes de Clase Equipos, seguida por solicitudes de Mobiliario y Accesorios, y que existe una variación pequeña con respecto a los requerimientos en Infraestructura y Redes.

4.2. ¿Realmente disminuye la cantidad de servicios correctivos si se incrementa el volumen de actividades en prevención?

- **Variable 3, Cantidad de Solicitudes Vs Variable 2, Mes de Solicitud**

Se obtienen los siguientes estadísticos descriptivos para conocer las medidas de tendencia y dispersión de los datos disponibles (Ver Tabla 10,12,14,16), además de realizar pruebas de normalidad sobre la variable “Cantidad de solicitudes” para la aplicación de métodos y análisis que nos permitan inferir relaciones de los datos con el interés principal de conocer la influencia entre el Mantenimiento Correctivo (MC) y el Mantenimiento Preventivo (MP) agrupado según la variable Clase de Solicitud.

Clase Equipos

Analizando la Clase Equipos se encuentran medidas de tendencia central para HLM similares con menor variación entre años consecutivos, sin embargo para HSR existe una mayor variación en la tendencia central de datos en años consecutivos.

Estadísticos	HLM 2013	HLM 2014	HSR 2013	HSR 2014
Media MP E	80,33	112,25	59,50	164,00
Mediana MP E	77,00	112,50	55,00	171,50
Varianza MP E	503,333	1753,841	1415,000	3324,364
Desviación estándar MP E	22,435	41,879	37,616	57,657
Media MC E	81,58	77,08	94,58	99,67
Mediana MC E	86,00	78,50	94,50	106,00
Varianza MC E	193,174	161,174	240,992	460,788
Desviación estándar MC E	80,33	112,25	59,50	164,00

Tabla 10. Estadísticos descriptivos Clase Equipos.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas de normalidad se obtienen los resultados plasmados en la Tabla 11, por lo tanto según la agrupación realizada y la recomendación de la literatura de muestras pequeñas (<50 datos), se realiza el enfoque en la prueba Shapiro-Wilk (SW), para aquellos datos que

se presume normalidad ($p > 0.05$), sin embargo algunos autores validan Kolmogorov-Smirnov (KS) para todo uso.

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
MP E HLM2013	,234	12	,069	,832	12	,022
MP E HLM2014	,130	12	,200*	,928	12	,361
MP E HSR2013	,109	12	,200*	,970	12	,914
MP E HSR2014	,237	12	,060	,824	12	,018
MC E HLM2013	,180	12	,200*	,884	12	,097
MC E HLM2014	,133	12	,200*	,969	12	,896
MC E HSR2013	,184	12	,200*	,929	12	,369
MC E HSR2014	,163	12	,200*	,929	12	,365

Tabla 11. Pruebas de normalidad Clase Equipos

Fuente: Elaboración propia.

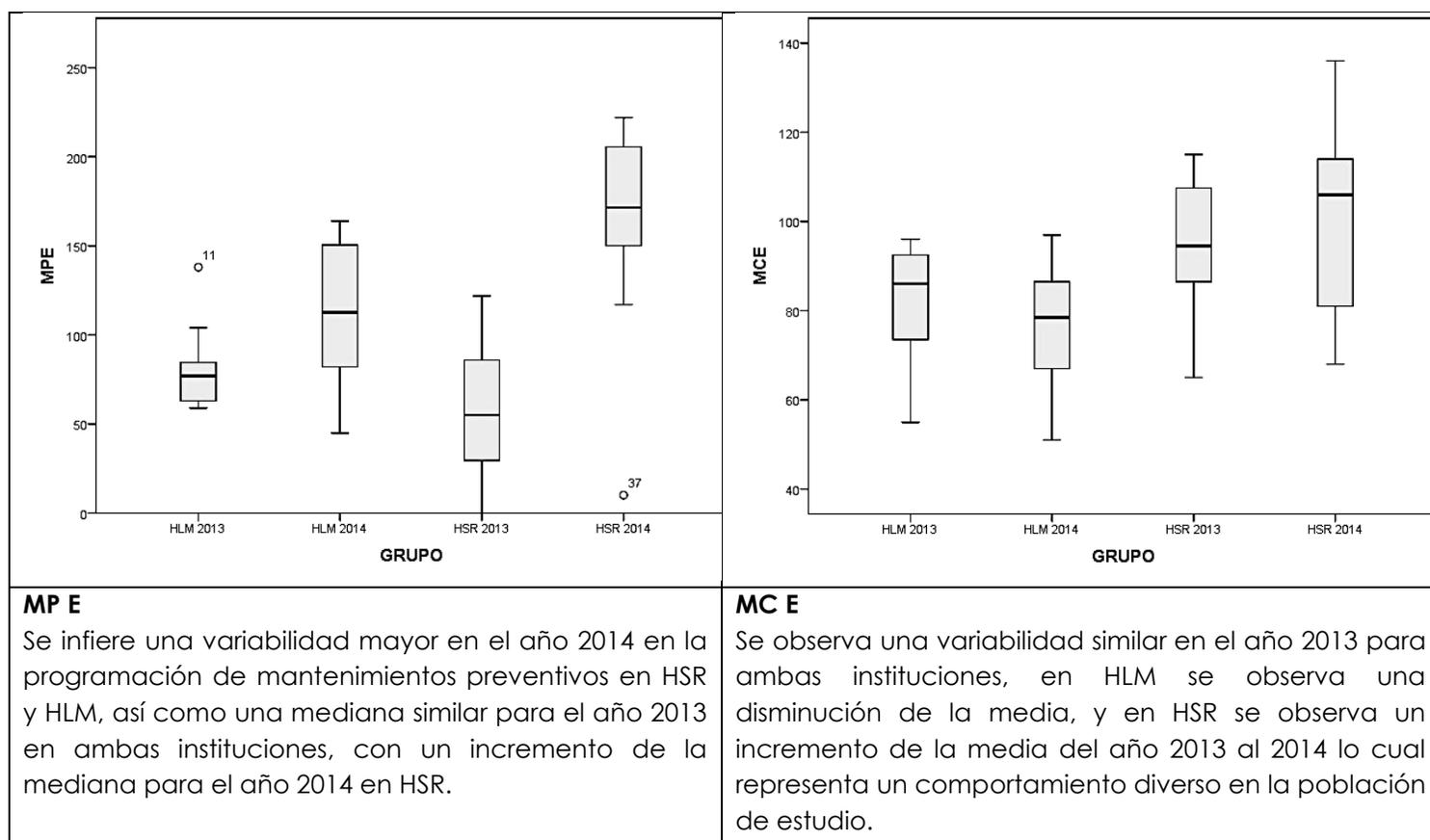


Figura 8. Diagrama de caja Clase Equipos.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Al ejecutar pruebas de correlación de Spearman entre MP Y MC no se encuentra un nivel de significancia que permita considerar las variables relacionadas.

Clase Infraestructura

Analizando la Clase Infraestructura se encuentran medidas de tendencia central para HLM y HSR con amplia variación entre años consecutivos en MP, y una menor variación en la tendencia central de datos entre años consecutivos para MC (Ver Tabla 12).

Estadísticos	HLM 2013	HLM 2014	HSR 2013	HSR 2014
Media MP I	6,42	16,33	1,58	21,83
Mediana MP I	4,50	10,00	1,50	23,50
Varianza MP I	29,720	155,697	2,447	57,242
Desviación estándar MP I	5,452	12,478	1,564	7,566
Media MC I	66,00	52,83	68,67	65,33
Mediana MC I	58,00	52,00	71,00	64,50
Varianza MC I	256,364	143,970	264,970	163,515
Desviación estándar MC I	16,011	11,999	16,278	12,787

Tabla 12. Estadísticos descriptivos Clase Infraestructura

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas de normalidad se obtienen los resultados plasmados en la Tabla 13, por lo tanto según la agrupación realizada y la recomendación de la literatura de muestras pequeñas (<50 datos), se realiza el enfoque en la prueba Shapiro Wilk, para aquellos datos que presumen normalidad ($p > 0.05$).

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
MP I HLM2013	,280	12	,010	,737	12	,002
MP I HLM2014	,249	12	,039	,801	12	,010
MP I HSR2013	,178	12	,200*	,884	12	,100
MP I HSR2014	,178	12	,200*	,830	12	,021
MC I HLM2013	,252	12	,034	,799	12	,009
MC I HLM2014	,198	12	,200*	,925	12	,332
MC I HSR2013	,176	12	,200*	,918	12	,268
MC I HSR2014	,134	12	,200*	,964	12	,837

Tabla 13. Pruebas de normalidad Clase Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia.

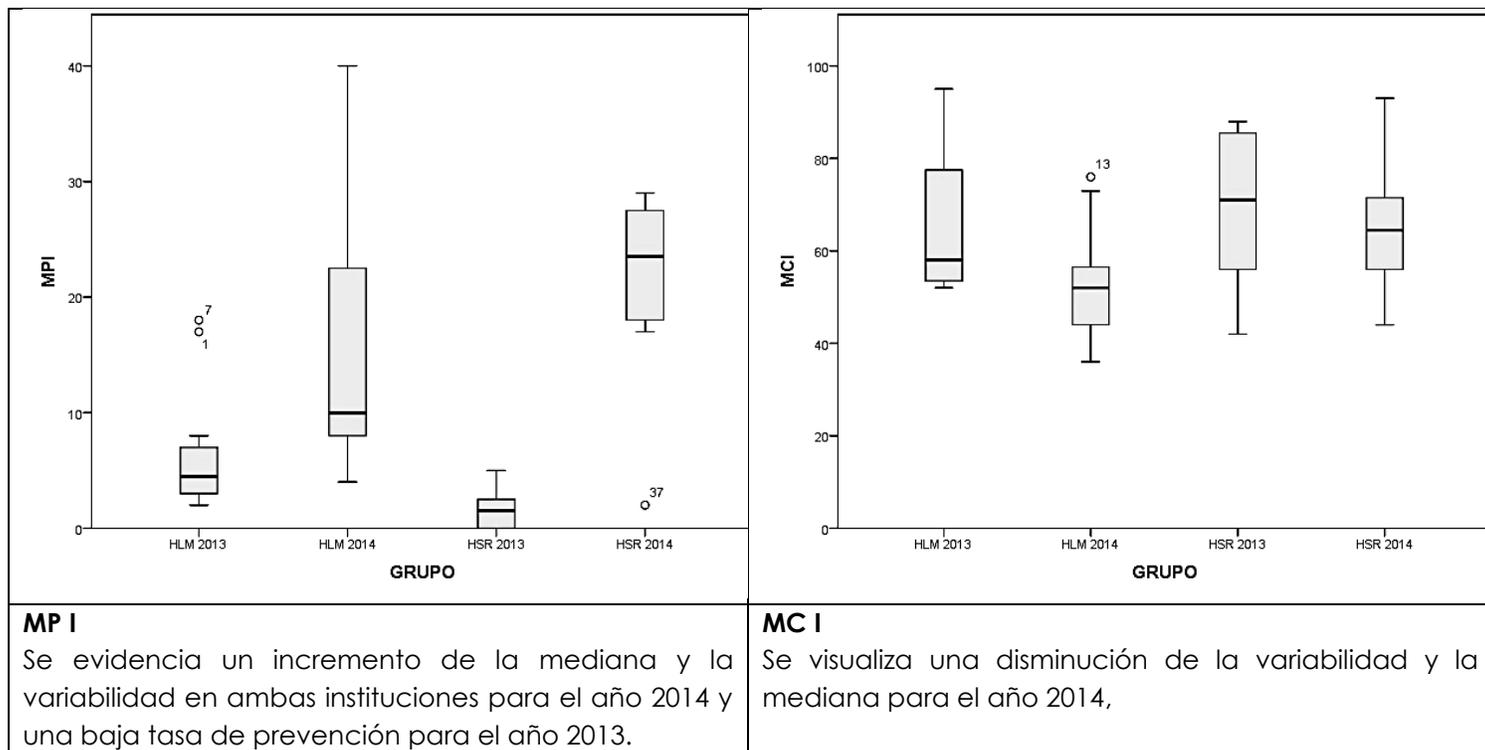


Figura 9. Diagrama de caja Clase Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Al ejecutar pruebas de correlación de Spearman entre MP Y MC no se encuentra un nivel de significancia que permita considerar las variables relacionadas.

Clase Redes

Analizando la Clase redes se ven medidas de tendencia central para HLM y HSR con amplia variación entre años consecutivos en MP, y una menor variación entre años consecutivos para MC en HLM y estable para HSR (Ver Tabla 14).

Estadísticos	HLM 2013	HLM 2014	HSR 2013	HSR 2014
Media MP R	7,75	13,17	3,50	9,75
Mediana MP R	7,00	13,00	2,00	10,50
Varianza MP R	6,023	70,879	10,091	8,386
Desviación estándar MP R	2,454	8,419	3,177	2,896
Media MC R	74,33	57,67	44,25	44,25
Mediana MC R	74,00	59,00	44,00	40,50
Varianza MC R	191,879	217,515	35,295	109,841
Desviación estándar MC R	13,852	14,748	5,941	10,481

Tabla 14. Estadísticos descriptivos Clase Redes.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas de normalidad se obtienen los resultados plasmados en la Tabla 15, por lo tanto según la agrupación realizada y la recomendación de la literatura de muestras pequeñas (<50 datos), se realiza el enfoque en la prueba Shapiro Wilk, para aquellos datos que presumen normalidad ($p > 0.05$).

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
MP R HLM2013	,203	12	,183	,951	12	,654
MP R HLM2014	,172	12	,200*	,918	12	,268
MP R HSR2013	,265	12	,020	,895	12	,138
MP R HSR2014	,167	12	,200*	,959	12	,773
MC R HLM2013	,159	12	,200*	,949	12	,622
MC R HLM2014	,131	12	,200*	,966	12	,869
MC R HSR2013	,100	12	,200*	,987	12	,998
MC R HSR2014	,192	12	,200*	,888	12	,111

Tabla 15. Pruebas de normalidad Clase Redes.

Fuente: Elaboración propia.

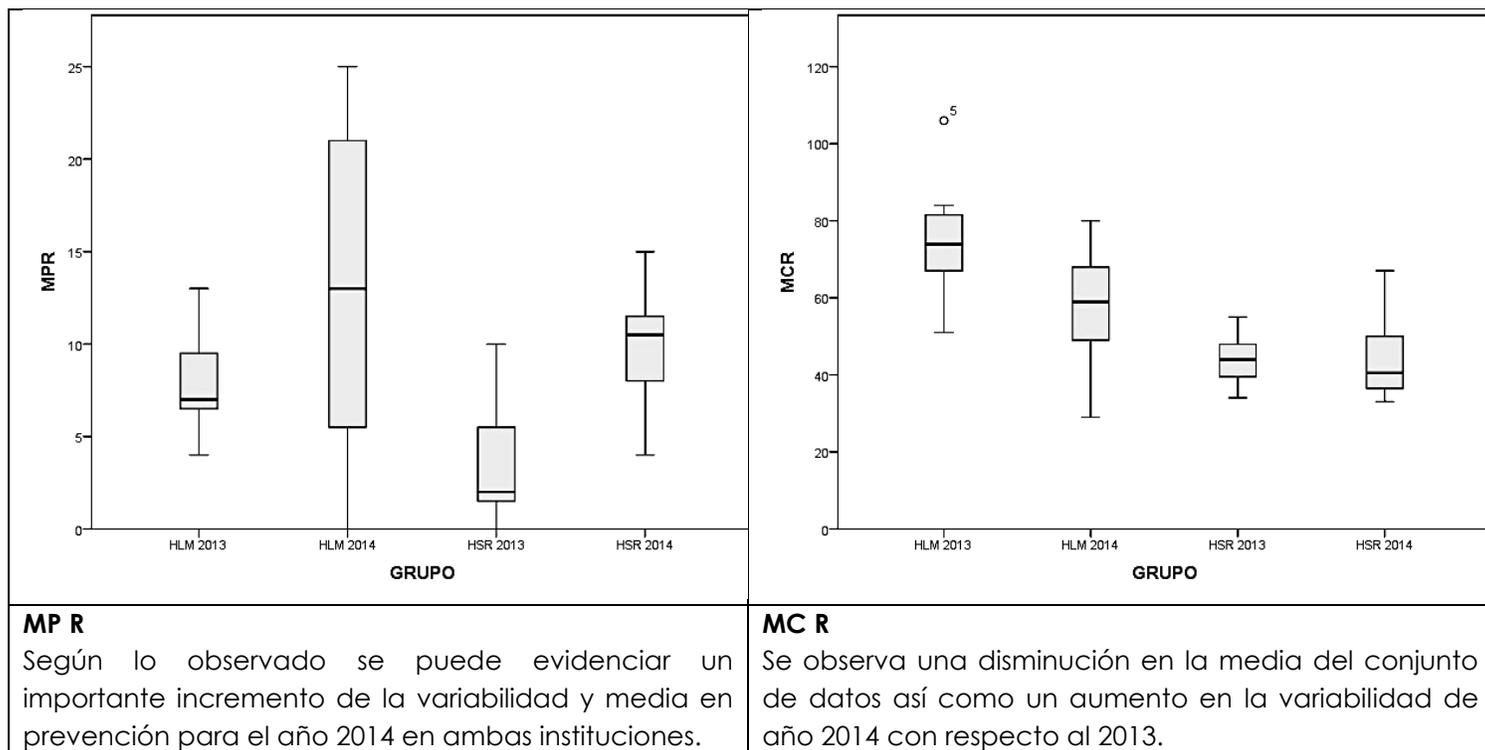


Figura 10. Diagrama de caja Clase Redes.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Al ejecutar pruebas de correlación de Spearman entre MP Y MC no se encuentra un nivel de significancia que permita considerar las variables relacionadas.

Clase Otros (Mobiliario-Accesorios)

Analizando la Clase Otros se encuentran medidas de tendencia central para HLM estables en MP y MC con pequeña variación entre años consecutivos, sin embargo para HSR existe una mayor variación en la tendencia central en años consecutivos tanto en MP como en MC (Ver tabla 16).

Estadísticos	HLM 2013	HLM 2014	HSR 2013	HSR 2014
Media MP O	10.83	10,50	2.33	12.,08
Mediana MP O	8.50	6.50	2,00	13,00
Varianza MP O	88.152	103.545	2.424	34,811
Desviación estándar MP O	9.389	10.176	1.557	5,900
Media MC O	117.50	103.92	83.00	73,58
Mediana MC O	112.50	108.00	80.50	67,50
Varianza MC O	455.182	719.356	510.364	452,629
Desviación estándar MC O	21.335	26.821	22.591	21,275

Tabla 16. Estadísticos descriptivos Clase Otros.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar las pruebas de normalidad se obtienen los resultados plasmados en la Tabla 17, por lo tanto según la agrupación realizada y la recomendación de la literatura de muestras pequeñas (<50 datos), se realiza el enfoque en la prueba Shapiro Wilk, para aquellos datos que presumen normalidad ($p > 0.05$).

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
MP O HLM2013	,215	12	,133	,872	12	,069
MP O HLM2014	,239	12	,058	,850	12	,037
MP O HSR2013	,251	12	,035	,904	12	,179
MP O HSR2014	,195	12	,200*	,945	12	,561
MC O HLM2013	,195	12	,200*	,940	12	,500
MC O HLM2014	,192	12	,200*	,938	12	,468
MC O HSR2013	,177	12	,200*	,939	12	,490
MC O HSR2014	,160	12	,200*	,910	12	,216

Tabla 17. . Pruebas de normalidad Clase Otros.

Fuente: Elaboración propia.

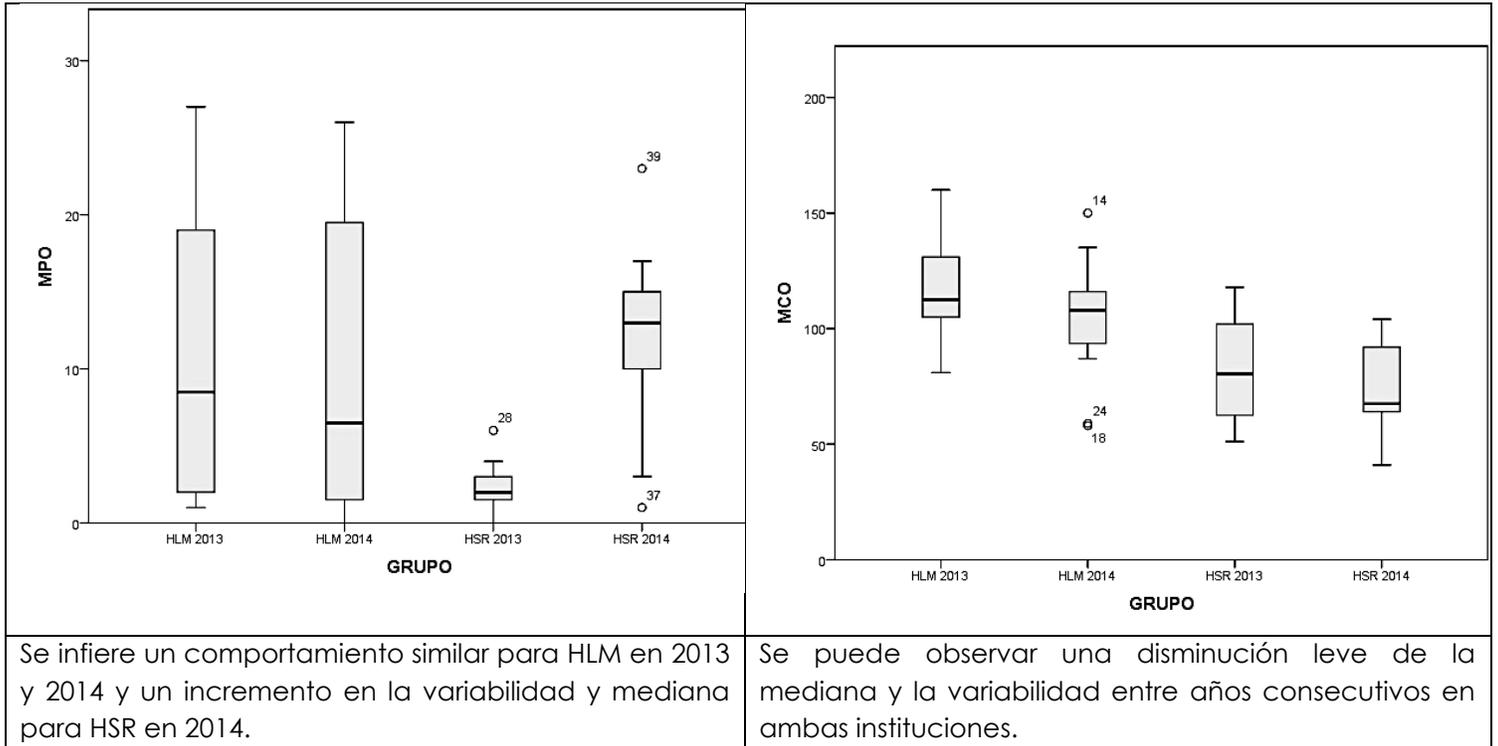


Figura 11. Diagrama de caja Clase Otros.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Al ejecutar pruebas de correlación de Spearman entre MP Y MC se encuentra un nivel de significancia de 0,01 que permite considerar las variables de HSR 2013 MPO Y MCO inversamente y altamente relacionadas con un Rho de $-,717$.

En el apartado actual hemos evidenciado la relación existente entre los datos recopilados entre 2013 y 2014 de tipo mantenimiento preventivo y correctivo para las instituciones objeto de estudio los cuales serán analizados en el apartado de discusión y conclusiones 5.2.

4.3. ¿Cuánto personal es requerido y de qué tipo para la ejecución de actividades de forma organizada?

- **Variable 5, Personal de Servicio Vs Variable 3, Cantidad de Solicitudes**

Análisis Tecnólogos (TG)

Se realiza una tabla cruzada con la información de servicios relacionada con el Personal de Servicio de la Clase Equipos, es decir Tecnólogos (TG) quienes manejan el mayor volumen de atención del servicio, así como se relacionan tiempos y costos del servicio prestado de acuerdo con los datos registrados para el año correspondiente y el personal involucrado. Se usa estadístico SW para verificar normalidad.

Se define **Índice M** como la cantidad de tiempo necesario para atender una solicitud de servicio, el cual es un factor de productividad que nos permite conocer el desempeño general del personal.

El índice M por lo tanto es un índice de eficiencia, que permite intuir la cantidad de personal requerido para la ejecución de actividades de tipo preventivo o correctivo de acuerdo con un volumen normal de solicitudes.

El costo de personal utilizado se extrae del valor hora determinado dentro de la minuta de contratación de personal de las instituciones en estudio.

- **TG HLM 2013**

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
P_TG_HLM2013	,175	12	,200*	,960	12	,786
C_TG_HLM2013	,121	12	,200*	,965	12	,858

Tabla 18. . Pruebas de normalidad TG E HLM 2013.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 18, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de una tendencia central como la media.

Mes	Preventivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	37	33	\$270.100	0,89
2	59	46	\$430.700	0,78
3	80	41,25	\$584.000	0,52
4	61	46	\$445.300	0,75
5	74	47	\$540.200	0,64
6	100	75	\$730.000	0,75
7	60	54	\$438.000	0,90
8	54	33,75	\$394.200	0,63
9	57	51,5	\$416.100	0,90
10	77	68,75	\$562.100	0,89
11	62	41,75	\$452.600	0,67
12	28	20,5	\$204.400	0,73
Total	749	558,5	\$5.467.700	0,75

Tabla 19. Índice M por mes MP E 2013 HLM.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 19, se obtiene un Índice M de 0,75, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios preventivos promedio de 62 +/- 19, y se estima un productividad de un servicio cada 45 minutos.

Mes	Correctivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	41	29,75	\$299.300	0,73
2	48	37,5	\$350.400	0,78
3	61	50	\$445.300	0,82
4	63	43,25	\$459.900	0,69
5	74	70	\$540.200	0,95
6	86	85,25	\$627.800	0,99
7	80	67,5	\$584.000	0,84
8	76	68,75	\$554.800	0,90
9	58	41,25	\$423.400	0,71
10	46	29,75	\$335.800	0,65
11	63	39,5	\$459.900	0,63
12	65	37,75	\$474.500	0,58
Total	761	600,25	\$5.555.300	0,79

Tabla 20. Índice M por mes MC E HLM 2013.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 20, se obtiene un Índice M de 0,79, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 63 +/- 14, y se estima un productividad de un servicio cada 47'40''.

- **TG HLM 2014**

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
P_TG_HLM2014	,163	12	,200*	,948	12	,609
C_TG_HLM2014	,143	12	,200*	,985	12	,996

Tabla 21. Pruebas de normalidad TG E HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la Tabla 21, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de una tendencia central como la media.

Mes	Preventivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	52	34,5	\$405.600	0,66
2	92	58,75	\$717.600	0,64
3	148	95,75	\$1.154.400	0,65
4	169	123,5	\$1.318.200	0,73
5	65	46,75	\$507.000	0,72
6	140	97,5	\$1.092.000	0,70
7	66	69,25	\$514.800	1,05
8	110	71,75	\$858.000	0,65
9	136	70,75	\$1.060.800	0,52
10	66	67,5	\$514.800	1,02
11	12	7,5	\$93.600	0,63
12	5	3,5	\$39.000	0,70
Total	1061	747	\$8.275.800	0,70

Tabla 22. Índice M por mes MP E HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 22, se obtiene un Índice M de 0,70, es decir que TG en 2014 tuvieron una cantidad de servicios preventivos promedio de 88 +/- 53, y se estima un productividad de un servicio cada 42 minutos.

Mes	Correctivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	80	56,5	\$624.000	0,71
2	63	68	\$491.400	1,08
3	70	62,5	\$546.000	0,89
4	35	32,5	\$273.000	0,93
5	42	50,5	\$327.600	1,20
6	48	52	\$374.400	1,08
7	70	62,75	\$546.000	0,90
8	65	57	\$507.000	0,88
9	53	60,5	\$413.400	1,14
10	60	59,75	\$468.000	1,00
11	60	65,5	\$468.000	1,09
12	51	60	\$397.800	1,18
Total	697	687,5	\$5.436.600	0,99

Tabla 23. Índice M por mes MC E HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 23, se obtiene un Índice M de 0,99, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 58 +/- 13, y se estima un productividad de un servicio cada 59'40''.

- **TG HSR 2013**

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
P_TG_HSR2013	,109	12	,200*	,974	12	,948
C_TG_HSR2013	,184	12	,200*	,935	12	,438

Tabla 24. Pruebas de normalidad TG E HSR 2013.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 24, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de una tendencia central como la media.

Mes	Preventivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	0	0	0	NA
2	44	44,0	\$321.200	1,00
3	69	27,5	\$503.700	0,40
4	31	32,3	\$226.300	1,04
5	101	59,3	\$737.300	0,59
6	57	67,8	\$416.100	1,19
7	109	97,3	\$795.700	0,89
8	54	43,3	\$394.200	0,80
9	80	56,0	\$584.000	0,70
10	38	34,3	\$277.400	0,90
11	26	31,3	\$189.800	1,20
12	17	15,0	\$124.100	0,88
Total	626	507,8	\$4.569.800	0,81

Tabla 25. Cálculo de índice medio de servicio MP E HSR 2013 (Índice M).

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la Tabla 25, se obtiene un Índice M de 0,81, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios preventivos promedio de 62 +/- 19, y se estima un productividad de un servicio cada 49 minutos.

Mes	Correctivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	112	141,5	\$817.600	1,26
2	92	115,0	\$671.600	1,25
3	72	76,0	\$525.600	1,06
4	79	107,3	\$576.700	1,36
5	104	122,3	\$759.200	1,18
6	103	141,0	\$751.900	1,37
7	104	194,3	\$759.200	1,87
8	94	114,8	\$686.200	1,22
9	77	124,8	\$562.100	1,62
10	102	116,5	\$744.600	1,14
11	90	113,5	\$657.000	1,26
12	65	69,8	\$474.500	1,07
Total	1094	1436,5	\$7.986.200	1,31

Tabla 26. Cálculo de índice medio de servicio MC E HSR 2013 (Índice M).

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 26, se obtiene un Índice M de 1,31, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 52 +/- 33, y se estima una productividad de un servicio cada 79 minutos.

- **TG HSR 2014**

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
P_TG_HSR2014	,130	12	,200*	,946	12	,577
C_TG_HSR2014	,144	12	,200*	,928	12	,363

Tabla 27. Pruebas de normalidad TG E HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 27, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de una tendencia central como la media.

Mes	Preventivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	8	7,75	\$62.400	0,97
2	76	48	\$592.800	0,63
3	115	65,5	\$897.000	0,57
4	110	54,75	\$858.000	0,50
5	142	89,75	\$1.107.600	0,63
6	124	82,25	\$967.200	0,66
7	171	102,75	\$1.333.800	0,60
8	119	68,75	\$928.200	0,58
9	146	107,75	\$1.138.800	0,74
10	92	76	\$717.600	0,83
11	73	63,5	\$569.400	0,87
12	101	81,25	\$787.800	0,80
Total	1277	848	\$9.960.600	0,66

Tabla 28. Índice M por mes MP E HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la Tabla 28, se obtiene un Índice M de 0,66, es decir que TG en 2014 tuvieron una cantidad de servicios preventivos promedio de 106 +/- 42, y se estima un productividad de un servicio cada 40 minutos.

Mes	Correctivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	92	90,25	\$717.600	0,98
2	69	75,25	\$538.200	1,09
3	73	76	\$569.400	1,04
4	68	94,75	\$530.400	1,39
5	62	51	\$483.600	0,82
6	45	53,5	\$351.000	1,19
7	52	57,75	\$405.600	1,11
8	54	61	\$421.200	1,13
9	55	47	\$429.000	0,85
10	67	58,25	\$522.600	0,87
11	44	58,5	\$343.200	1,33
12	43	51,75	\$335.400	1,20
Total	724	775	\$5.647.200	1,07

Tabla 29. Índice M por mes MC E HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 29, se obtiene un Índice M de 1,07, es decir que TG en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 60 +/- 14, y se estima un productividad de un servicio cada 64'20''.

Análisis Técnicos (TC)

Luego se realiza una tabla cruzada con la información de servicios correctivos relacionada con el Personal de Servicio de la Clases Infraestructura (I), Redes (R) y Otros (O); es decir Técnicos (TC) quienes manejan el mayor volumen de atención del servicio, así como se relacionan tiempos y costos del servicio prestado de acuerdo con los datos registrados para el año correspondiente y el personal involucrado.

- TC HLM

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
C_TC_HLM2013	,199	12	,200*	,904	12	,179
C_TC_HLM2014	,189	12	,200*	,918	12	,269

Tabla 30. Pruebas de normalidad TC I,R,O HLM

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 30, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de la media.

Mes	Correctivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	93	114,5	\$538.300	1,23
2	107	160,5	\$611.800	1,50
3	95	170,75	\$547.700	1,80
4	110	169,25	\$595.100	1,54
5	158	219	\$883.400	1,39
6	131	243	\$738.900	1,85
7	118	140,25	\$640.400	1,19
8	163	287,5	\$768.300	1,76
9	120	137,75	\$565.100	1,15
10	190	236,25	\$897.400	1,24
11	116	108,5	\$547.400	0,94
12	126	101,5	\$593.300	0,81
Total	1527	2088,75	\$7.927.100	1,37

Tabla 31. Índice M por mes MC I,R,O HLM 2013

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 31, se obtiene un Índice M de 1,37, es decir que TC en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 127 +/- 29, y se estima un productividad de un servicio cada 82'20".

Mes	Correctivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HLM
1	154	133,25	\$739.200	0,87
2	233	250	\$1.118.400	1,07
3	227	227,5	\$1.089.600	1,00
4	215	147,25	\$1.033.100	0,68
5	194	153	\$931.200	0,79
6	115	98	\$553.100	0,85
7	197	174,75	\$954.400	0,89
8	194	131,75	\$945.500	0,68
9	197	185	\$946.700	0,94
10	177	136,25	\$849.600	0,77
11	182	151	\$873.600	0,83
12	123	105	\$591.500	0,85
Total	2208	1892,75	\$10.625.900	0,86

Tabla 32. Índice M por mes MC I,R,O HLM 2014

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 32, se obtiene un Índice M de 0,86, es decir que TC en 2014 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 184 +/- 37, y se estima un productividad de un servicio cada 52'.

- TC HSR

Tipo y Año	Estadístico KS	gl	Sig.	Estadístico SW	gl	Sig.
C_TC_HSR2013	,121	12	,200*	,955	12	,709
C_TC_HSR2014	,149	12	,200*	,933	12	,411

Tabla 33. Pruebas de normalidad TC I,R;O HSR

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 33, se infiere una distribución normal de datos y por lo tanto es posible representar los datos a través de una tendencia central como la media.

Mes	Correctivos 2013	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	128	348,0	\$650.500	2,72
2	86	128,5	\$415.900	1,49
3	87	111,8	\$407.700	1,28
4	124	130,8	\$596.900	1,05
5	134	177,8	\$669.800	1,33
6	138	166,5	\$720.000	1,21
7	165	240,8	\$851.200	1,46
8	142	262,8	\$727.500	1,85
9	159	238,3	\$790.600	1,50
10	188	445,5	\$920.800	2,37
11	163	252,8	\$800.700	1,55
12	100	119,8	\$508.500	1,20
Total	1614	2623,0	\$8.060.100	1,63

Tabla 34. Índice M por mes MC I,R;O HSR 2013

Fuente: Elaboración propia

Según se observa en la Tabla 34, se obtiene un Índice M de 1,63, es decir que TC en 2013 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 134 +/- 32, y se estima un productividad de un servicio cada 98'20".

Mes	Correctivos 2014	Tiempo (h)	Costo	Índice M HSR
1	149	224	\$810.900	1,50
2	175	212,75	\$917.000	1,22
3	142	171,75	\$748.700	1,21
4	144	195,5	\$747.300	1,36
5	165	242,25	\$889.900	1,47
6	107	114,5	\$577.400	1,07
7	139	187,5	\$743.100	1,35
8	134	199,5	\$718.000	1,49
9	170	181,25	\$909.500	1,07
10	176	247,5	\$874.500	1,41
11	131	138,75	\$635.400	1,06
12	91	88,25	\$485.200	0,97
Total	1723	2203,5	\$9.056.900	1,28

Tabla 35. Índice M por mes MC I,R,O HSR 2014

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 35, se obtiene un Índice M de 1,28, es decir que TC en 2014 tuvieron una cantidad de servicios correctivos promedio de 144 +/- 26, y se estima un productividad de un servicio cada 77'20".

De acuerdo con los índices de productividad obtenidos y el volumen de solicitudes normal definido es posible realizar una construcción orgánico funcional adecuada a las necesidades, como observaremos en el numeral 5.3.

4.4. ¿Qué tipo de tecnología requiere un mayor nivel de atención en cuanto al margen de fallas ocasionadas?

- **Variable 7, Clasificación de Solicitud Vs Variable 3, Cantidad de Solicitudes**

Se realiza una tabla cruzada con la información de servicios relacionada con la Clasificación de la Clase Equipos, así como se relacionan las cantidades de solicitudes de servicio de acuerdo con los datos registrados para el mes correspondiente ordenas por cantidad total , según se observa en las Tablas 36, 37, 38 y 39.

C. Equipo/ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Cama electromecánica	19	16	20	21	22	15	22	23	16	21	23	16	234
Monitoreo de signos vitales	16	14	19	20	12	17	12	15	15	13	20	10	183
Aire acondicionado	24	13	5	7	7	11	18	9	11	19	9	4	137

Tabla 36. Solicitudes principales de servicio MC E HSR 2013

Fuente: Elaboración propia

C. Equipo/ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Cama electromecánica	23	29	31	24	28	23	16	24	13	20	43	32	306
Monitoreo de signos vitales	24	10	19	18	4	8	11	11	10	19	10	15	159
Aire acondicionado	9	9	18	16	7	10	14	12	10	13	9	8	135

Tabla 37. Solicitudes principales de servicio MC E HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

C. Equipo/ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Cama electromecánica	12	9	5	14	7	16	18	15	20	11	8	13	148
Monitoreo de signos vitales	9	8	13	9	12	10	12	14	12	8	12	19	138
Aire acondicionado	2	1	7	10	7	8	10	1	9	9	3	9	76

Tabla 38. Solicitudes principales de servicio MC E HLM 2013.

Fuente: Elaboración propia

C. Equipo/ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Monitoreo de signos vitales	14	16	20	6	5	10	21	8	6	21	10	11	148
Cama electromecánica	18	16	10	10	8	14	14	9	13	10	12	9	143
Bomba de infusión	5	5	9	7	4	0	5	9	14	8	7	5	78

Tabla 39. Solicitudes principales de servicio MC E HLM 2014

Fuente: Elaboración propia

Se encuentra a nivel general una predominancia en solicitudes de Camas electromecánicas, seguido de monitoreo de signos vitales y aire acondicionado, además de bombas de infusión, esto equipos representan normalmente el mayor volumen en estas instituciones y requieren mayor atención, de forma similar se identificó para infraestructura el mayor volumen de solicitudes de tipo hidrosanitario, para redes el mayor volumen de solicitudes de tipo eléctrico y para otros de tipo mobiliario.

Acorde a los resultados obtenidos es importante tener en cuenta que el nivel de atención de la tecnología también se acentúa con la definición de los criterios de priorización de solicitudes de acuerdo a los riesgos de la falla para la atención de pacientes, esto indicaría el nivel de urgencia del servicio, además de contar con otras alternativas disponibles como la contingencia de equipos de reemplazo que se debe definir también en sintonía con la criticidad del equipo.

4.5. Estructuración de las necesidades de personal.

Al contrastar la cantidad de solicitudes de GT en propiedad de las instituciones en estudio y el personal de servicio técnico al interior de las mismas frente a la complejidad de atención, se observa que la mayor

cantidad de solicitudes registradas es solucionado a través de personal operativo tanto TG en Equipos, como TC en Infraestructura, Redes y Otros.

Sin embargo es de evidenciar que se cuenta con un subregistro de actividades de GT en cuanto a los tiempos de coordinación, control, planeación, gestión, socialización y análisis por parte del personal directivo como Ingenieros (IG), no obstante para la caracterización de competencia se divide en dos grandes grupos la GT (Ver figura 12), recordando que la cantidad puede aumentar o disminuir de acuerdo al ámbito de aplicación y el volumen de trabajo detectado.

Para la definición de cargos se utiliza la Clasificación Nacional de Ocupaciones (C.N.O), la cual es necesaria para la identificación de salidas ocupacionales de los programas de formación para el trabajo, la intermediación laboral, orientación ocupacional, selección del talento humano, estudios de mercado laboral, entre otros, de una manera ordenada y uniforme, para lo cual utilizaremos las siguientes denominaciones y ocupaciones:

- (1)Ingeniero Biomédico - 2134 Ingenieros Electrónicos
- (2)Auxiliar administrativo - 1341 Auxiliares Administrativos
- (3) Tecnólogo equipos biomédicos - 2242 Técnicos en Electrónica
- (3´) Técnicos de Aire Acondicionado y Refrigeración - 8375 Técnicos de Aire Acondicionado y Refrigeración
- (4) Plomero 8331 - Plomeros
- (5)Electricista industrial - 8321 Electricistas Industriales
- (6) Carpintero - 8351 Carpinteros

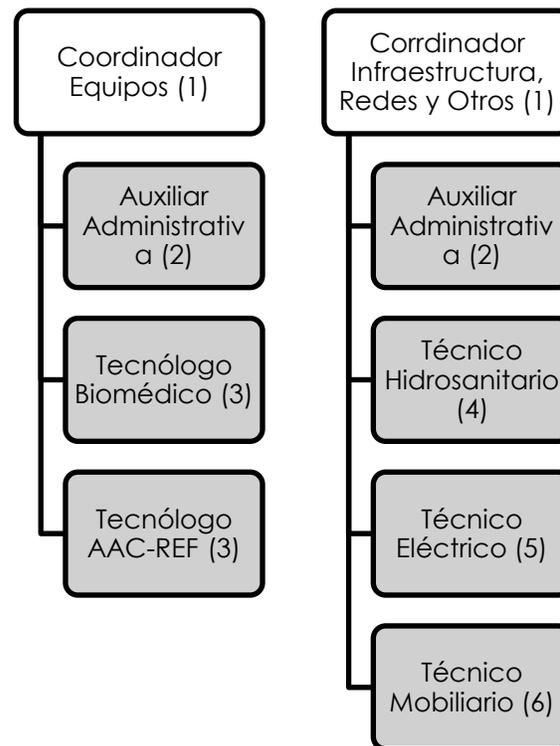


Figura 12. Esquema de personal según tipo y actividad principal detectada.
Fuente: Elaboración propia.

Si se hace una inferencia de acuerdo con las recomendaciones y distribuciones de solicitudes requeridas obtenidas se propone contar con el siguiente personal, además es posible tener en cuenta el rendimiento esperado para hacer una estimación del personal requerido, conociendo el valor esperado de solicitudes y teniendo como jornada laboral normal 192 horas mes. Según las tablas a continuación, se define además las siguiente variables:

- NServicios - Número total de servicios requeridos
- Factor Int/Ext – Porcentaje aproximado de atención de servicios por personal interno
- Factor R – Porcentaje Objetivo de efectividad en atención de solicitudes, estimando un rechazo del 1% de solicitudes.
- Máximo M – Mayor tiempo requerido para atención de solicitudes.

- Total h/mes – Resultado de: $(N_{servicios}/12) \times \text{Factor Int/Ext} \times \text{Factor R} \times \text{Máximo M}$

INDICE HLM 2013	N Servicios	Factor Int/Ext	Factor R	Máximo M	Total h/ mes	Personal
Equipos	2725	0,9	0,99	0,79	160	1
Infraestructura	872	0,99	0,99	1,37	98	1/2
Redes	1544	0,99	0,99	1,37	173	1
Otros	991	0,99	0,99	1,37	111	1/2

Tabla 40. Estimación del personal operativo en HLM 2013.

Fuente: Elaboración propia

Convenciones:

Factor Int/Ext: Servicios Internos.

Factor R: Servicios Rechazados.

Máximo M: Tiempo promedio máximo por servicio.

De acuerdo con el resultado (ver tabla 40) y la estructura anteriormente definida se establece la siguiente planta de personal (ver tabla 41):

En las tablas subsiguientes se utilizarán los siguientes términos:

%O Se entiende como actividades técnicas de atención de solicitudes, son resultado de la medición realizada.

%A Se entiende como actividades de apoyo que completan la jornada de 192 h y son de tipo administrativo, son estimación de actividades no contempladas en el estudio como capacitaciones, documentación, inventarios, etc.

PLANTA HLM 2013	N	h Tareas Operativas (O)	% O	h Tareas Apoyo (A)	% A	Código SNIES
Coordinador Equipos/ Infraestructura	1	20	10%	172	90%	20042 3689

Auxiliar Administrativo	2	0	0	192	100%	91175
Tecnólogo Biomédico/ AAC-REF	3	160	83%	32	17%	9466 20203
Técnico/ Tecnólogo Hidrosanitario	4	98	51%	94	49%	54891 102370
Técnico/ Tecnólogo Electricidad	5	173	90%	19	10%	21360 91194
Técnico/ Tecnólogo Mobiliario	6	111	58%	81	42%	15812 91205

Tabla 41. Planta de personal definida HLM 2013.

Fuente: Elaboración propia

Convención:

N referencia a Figura 12.

INDICE HLM 2014	N Servicios	Factor Int/Ext	Factor R	Máximo M	Total h/ mes	Personal
Equipos	3028	0,9	0,99	0,99	223	1+1/2
Infraestructura	834	0,99	0,99	0,86	59	1/2
Redes	1376	0,99	0,99	0,86	97	1/2
Otros	856	0,99	0,99	0,86	60	1/2

Tabla 42. Estimación del personal operativo en HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia

Convenciones:

Factor Int/Ext: Servicios Internos.

Factor R: Servicios Rechazados.

Máximo M: Tiempo promedio máximo por servicio.

De acuerdo con el resultado (ver tabla 42) y la estructura anteriormente definida se establece la siguiente planta de personal (ver tabla 43):

PLANTA HLM 2014	N	h Tareas Operativas (O)	% O	h Tareas Apoyo (A)	% A	Código SNIES
Coordinador Equipos/ Infraestructura	1	20	10%	172	90%	20042 3689
Auxiliar Administrativo	2	0	0	192	100%	91175
Tecnólogo Biomédico/ AAC-REF	3	223	58%	161	42%	9466 20203
Técnico/ Tecnólogo Hidrosanitario	4	59	31%	133	69%	54891 102370
Técnico/ Tecnólogo Electricidad	5	97	50%	95	50%	21360 91194
Técnico/ Tecnólogo Mobiliario	6	60	31%	132	69%	15812 91205

Tabla 43. Planta de personal definida HLM 2014.

Fuente: Elaboración propia

Convención:

N referencia a Figura 12.

INDICE HSR 2013	N Servicios	Factor Int/Ext	Factor R	Máximo M	Total h/ mes	Personal
Equipos	2453	0,9	0,99	1,31	239	1+1/2
Infraestructura	916	0,99	0,99	1,63	122	1/2
Redes	1345	0,99	0,99	1,63	179	1
Otros	648	0,99	0,99	1,63	86	1/2

Tabla 44. Estimación del personal operativo en HSR 2013.

Fuente: Elaboración propia

Convenciones:

Factor Int/Ext: Servicios Internos.

Factor R: Servicios Rechazados.

Máximo M: Tiempo promedio máximo por servicio.

De acuerdo con el resultado (ver tabla 44) y la estructura anteriormente definida se constituye la siguiente planta de personal (ver tabla 45):

PLANTA HSR 2013	N	h Tareas Operativas (O)	% O	h Tareas Apoyo (A)	% A	Código SNIES
Coordinador Equipos/ Infraestructura	1	20	10%	172	90%	20042 3689
Auxiliar Administrativo	2	0	0	192	100%	91175
Tecnólogo Biomédico/ AAC-REF	3	239	62%	145	38%	9466 20203
Técnico/ Tecnólogo Hidrosanitario	4	122	64%	70	36%	54891 102370
Técnico/ Tecnólogo Electricidad	5	179	93%	13	7%	21360 91194
Técnico/ Tecnólogo Mobiliario	6	86	45%	106	55%	15812 91205

Tabla 45. Planta de personal definida HSR 2013.

Fuente: Elaboración propia

Convención:

N referencia a Figura 12.

INDICE HSR 2014	N Servicios	Factor Int/Ext	Factor R	Máximo M	Total h/ mes	Personal
Equipos	4176	0,9	0,99	1,07	332	1+1
Infraestructura	1113	0,99	0,99	1,28	116	1/2
Redes	1317	0,99	0,99	1,28	138	1

Otros	737	0,99	0,99	1,28	77	1/2
--------------	-----	------	------	------	----	-----

Tabla 46. Estimación del personal operativo en HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

Convenciones:

Factor Int/Ext: Servicios Internos.

Factor R: Servicios Rechazados.

Máximo M: Tiempo promedio máximo por servicio.

PLANTA HSR 2014	N	h Tareas Operativas (O)	% O	h Tareas Apoyo (A)	% A	Código SNIES
Coordinador Equipos/ Infraestructura	1	20	10%	172	90%	20042 3689
Auxiliar Administrativo	2	0	0	192	100%	91175
Tecnólogo Biomédico/ AAC-REF	3	332	86%	52	14%	9466 20203
Técnico/ Tecnólogo Hidrosanitario	4	116	61%	76	39%	54891 102370
Técnico/ Tecnólogo Electricidad	5	138	72%	54	28%	21360 91194
Técnico/ Tecnólogo Mobiliario	6	77	40%	115	60%	15812 91205

Tabla 47. Planta de personal definida HSR 2014.

Fuente: Elaboración propia

Convención:

N referencia a Figura 12.

Nota aclaratoria: Por efectos de síntesis y derechos de propiedad de los aplicativos desarrollados, solo se presentan los datos derivados de la plataforma de recolección de datos y los módulos de solicitud.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. ¿Qué tipo y cantidad de solicitudes son requeridas en una institución de alta complejidad?

Acorde con el análisis inicial se puede observar que las instituciones de salud en su complejidad requieren de una adecuada GT, sin embargo existe un gran impacto en cuanto a la atención que merecen los equipos biomédicos e industriales, al ser fundamentales en el proceso de atención como se entiende según el volumen de solicitudes captado, además de garantizar su adecuado funcionamiento, es posible optimizar la atención conociendo la productividad técnica disponible.

En segundo lugar se observa que otro tipo de solicitudes, principalmente el mobiliario, como camillas, sillas de ruedas, escritorios, sillas, mesas, etc. usado no solo para brindar confort si no apoyo al proceso de atención de pacientes, requiere de especial atención ya que son elementos de uso continuo y directo por parte de los usuarios a nivel general y por lo tanto se presenta una demanda alta debido al uso frecuente y desgaste de componentes.

Finalmente en cuanto a la Infraestructura y redes, se entiende que son elementos fundamentales para la atención en salud y requieren de condiciones normales de funcionamiento, aunque su demanda de servicio se encuentra en menor relación que los anteriores se consideran elementos fundamentales de vigilancia en la GT.

5.2. ¿Realmente disminuye la cantidad de servicios correctivos si se incrementa el volumen de actividades en prevención?

Con el estudio no se evidencia que exista clara correlación entre el mantenimiento preventivo y correctivo, a excepción de caso presentado en HSR O para el año 2013, lo cual indica probablemente que existen diversos factores que afectan la cantidad de fallas y así la prevención contribuye a mantener un nivel de confianza sobre el funcionamiento de la tecnología, sin embargo se considera necesario mantener un equilibrio entre el servicio preventivo y correctivo, ya que según diversos autores de acuerdo al costo de intervenciones y frecuencia se debe encontrar el punto de mayor rentabilidad financiero y de seguridad. (Ver Figura 12)

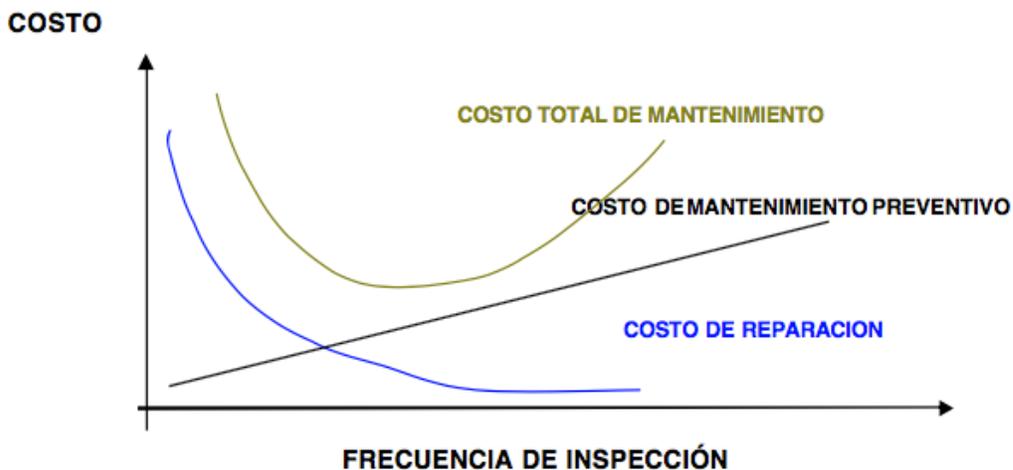


Figura 13. Diagrama de Costo Vs Frecuencia en mantenimiento.

Fuente: Modelo de GT Proporcionado por el Ministerio de Salud Colombiano.

Entonces se hace necesario implementar medidas que permitan identificar el punto de equilibrio entre la frecuencia de intervención de la tecnología desde diferentes puntos de vista, así como estadísticos al respecto. (Ver Anexo)

5.3. ¿Cuánto personal es requerido y de qué tipo para la ejecución de actividades de forma organizada?

Esto indica la necesidad conocer otros estudios y fuentes primarias donde se establecen recomendaciones referentes a la planeación y gestión de los recursos de un departamento de ingeniería biomédica.

- 1. Es considerando como criterio que por cada 100 camas se requiere un ingeniero biomédico y dos técnicos biomédicos (Yáñez, E , 1986).
- 2. Se recomienda un Ingeniero Biomédico por cada 100 camas. Dependiendo de las especialidades ofrecidas por la IPS, se pueden requerir de 3 a 4 técnicos por cada Ingeniero. (Rodriguez, E, 2000).
- 3. 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. (Ortiz, M., 2004)
- 4. Se recomienda contar con entre 4 a 5 técnicos por ingeniero propios de cada especialidad. (Alfonso, H. , 2000)

De acuerdo a lo observado se recomienda tener una subdivisión clara a nivel organizacional entre las actividades orientadas a Equipos y otra Subdivisión de Infraestructura, Redes y Otros.

- **Personal nivel profesional (cada 150 camas)**

1 Ingeniero para E

1 Ingeniero para I,R;O

- **Personal nivel tecnológico (cada 150 camas)**

1 Tecnólogo con enfoque en Equipos de Monitoreo de signos Vitales y Camas electromecánicas y mantenimiento en general.

1 Tecnólogo con enfoque en Aire acondicionado y Refrigeración.

- Este personal puede estar acompañado de auxiliares o personal en práctica, para lograr cubrir la demanda requerida.

- **Personal nivel técnico (cada 150 camas)**

1 Técnico en carpintería y mobiliario.

1 Técnico oficial en construcción.

1 Técnico en electricidad y redes.

- Este personal puede estar incrementarse en estos enfoques o estar acompañado de auxiliares para lograr cubrir la demanda requerida.

5.4. ¿Qué tipo de tecnología requiere un mayor nivel de atención en cuanto al margen de fallas ocasionadas?

Los equipos de monitoreo de signos vitales, aire acondicionado y camas electromecánicas son para los que se contrata en mayor porcentaje el mantenimiento interno, equipos que en general son de nivel de riesgo medio (II), en los cuales las fallas durante el uso pueden afectar la continuidad en la prestación de servicios de pacientes, así como la de usuarios, además los tiempos muertos por mal funcionamiento asociados a estos equipos, repercuten directamente en la oportunidad de la prestación de los servicios de salud, de ahí que se evidencia un interés generalizado por buscar estrategias que favorezcan un desempeño continuo y apropiado de este tipo de tecnología.

Los resultados obtenidos son acordes a lo establecido en la Resolución 2003 de 2014 y el Decreto 4725 de 2005, ya que todas las IPS objeto de estudio realizan el mantenimiento a sus equipos biomédicos en general de forma interna, esto indica la existencia y fortalecimiento de los departamentos de ingeniería biomédica y mantenimiento en las instituciones de estudio.

Otro aspecto importante a 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.

Es importante que como enfoque para el mejoramiento de la calidad en las instituciones, se desarrollen directrices, métodos y procesos para ejecutar y lograr el propósito solicitado en cada tarea de GT, aplicarlos y hacerlos extensivos a las diferentes áreas en implementación y medir los logros y efectos como resultado del cumplimiento de ciclos, es decir la optimización no solo del personal sino de los procesos.

5.5. Conclusiones Generales

En cuanto al ámbito de aplicación del estudio, se centró en instituciones públicas de carácter departamental, lo cual significa que atienden población de los diferentes municipios del departamento y sus recursos son más limitados que los de algunas instituciones públicas de carácter municipal, donde se identifica mayor inversión de acuerdo con la categoría del municipio, además de recibir adicionalmente recursos del departamento, aunque ambos tienen una población foco de atención orientada al régimen subsidiado (DSSA, 2018). Situación que difiere de las instituciones de carácter privado, las cuales presentan un mayor margen de contratación con el régimen contributivo y aseguradoras con pólizas de salud, además de manejar procesos de organización más estables en el tiempo ante los cambios de orden político-económico regional, por lo tanto cuentan con un mayor nivel de recursos y sistemas de información.

Se identificó la dinámica general de los requerimientos de gestión tecnológica en las instituciones de estudio, principalmente en los procesos de mantenimiento correctivo y preventivo, que ampliamente se consideran los más demandantes, (Bronzino J,1992) y (Cheng M - Dyro J, 2004), y se ha evidenciado en el número de tareas cuantificadas que tienen las instituciones de salud.

En este trabajo se presentó una propuesta para la optimización del recurso humano y sus capacidades, buscando que este fuera más efectivo en su desempeño. Lo anterior, teniendo en cuenta otro hallazgo de este estudio, que tiene que ver con que aproximadamente el 80% de solicitudes identificadas en cada tipo de categoría, a saber: Equipos, Infraestructura, Redes y Otros, se concentraron en un tipo específico de servicio y tan solo el 20% de las solicitudes correspondían a servicios diversos.

En el mismo sentido, se realizó una evaluación cuantitativa del trabajo desempeñado por el personal operativo en los procesos de MC y MP identificando de forma transversal la mayor demanda de trabajo, con-

centrado básicamente en 4 tipos de equipos: Monitoreo de signos vitales, Camas electromecánicas, bombas de infusión y sistemas de aire acondicionado; además en infraestructura: Hidrosanitarios; en Redes: Instalaciones Eléctricas e iluminación; en Otros: Mobiliario; los cuales consumen casi el 80% del trabajo total del personal de los departamentos de ingeniería clínica.

Como resultado de esta evaluación y el uso de la herramienta de información propuesta, se encontró un gran potencial en mantener el enfoque y nivel de eficiencia del personal, además de disponer de un insumo básico para la planeación, como es conocer la capacidad de operación, mejorando en ciclos de frecuencia anual la planta de personal, con objetivos alcanzables de acuerdo a la eficiencia detectada y complementando estas acciones con el trabajo en estrategias de capacitación y predicción de fallas, optimizando cada vez más los recursos tecnológicos disponibles.

En términos del cumplimiento de normatividad y mejoramiento continuo, se obtuvo además una plataforma que facilita la trazabilidad de los procesos ejecutados desde el departamento de ingeniería clínica sobre cualquier tipo de solicitud captada, hecho que es fundamental para los procesos de auditoría y evaluación del cumplimiento de estándares de gestión, ya que se dispone de un proceso documentado, ejecutado, y evaluado constantemente con indicadores de gestión, además respaldado en términos estadísticos de acuerdo al comportamiento de la población de estudio.

Mediante el uso de la inferencia estadística podemos decir que se tiene un soporte objetivo sobre las observaciones realizadas, y además al tratarse de una ciencia probabilística, no hay lugar para las afirmaciones categóricas, pero si existen decisiones con menor incertidumbre, enmarcadas en un nivel de significación o dentro de un margen de error. Además para lograr la calidad esperada en el servicio de GT, se hace necesario valerse de herramientas de la estadística que permitan realizar ciclos de mejora continua basados en evidencia, a través de los cuales se

pueda obtener un impacto en la reducción de recursos de tiempo y dinero.

Si bien este trabajo se enfocó en instituciones de carácter oficial con alta rotación de personal y con importante injerencia política, la estrategia planteada para estructurar la planta de personal del departamento de ingeniería clínica, también puede aplicarse en otro tipo de instituciones, pues aunque el personal y las políticas institucionales sean estables, la dinámica de rotación y reposición de equipos, así como la incorporación de nuevas tecnologías, pueden afectar la eficiencia del servicio.

6. BIBLIOGRAFÍA

Centro de Ingeniería Clínica y Gestión de Tecnología (CENGETS). (2006). *Ingeniería Clínica y Gestión de Tecnología en Salud : Avances y Propuestas*. Recuperado de:

http://its.uvm.edu/pucp_cengets/libro-cengets-nov2006.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de Documentos Tecnicos de La OMS Sobre Dispositivos Médicos, 6–12*. Recuperado de:

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536_spa.pdf

Salazar, K.J. (2015). *Contribución Metodológica para la Evaluación de la Tecnología Biomédica*. Recuperado de:

<http://bdigital.unal.edu.co/51747/1/32298430.2015.pdf>

Cubillos, L. (2005). *Evaluación de tecnologías en salud: aplicaciones y recomendaciones en el sistema de seguridad, 156*. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/Evaluaci%c3%b3n%20de%20Tecnologias%20en%20Salud.pdf>

Cruz, A. M. (2010). *Gestión tecnológica hospitalaria: Un enfoque sistémico, 1–292*. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/345571078/Gestion-Tecnologica-Hospitalaria-Un-Enfoque-Sistemico>

Ministerio de salud y proteccion social. (2014). *Resolución de Habilitacion 2003*. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion-2003-de-2014.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (2011). *Manual de Acreditación en Salud Ambulatorio y Hospitalario Colombia*. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/manual-acreditacion-salud-ambulatorio-hospitalario.pdf>

Ministerio de la protección social. (2015). *Guía pedagógica para modelos de gestión de equipamiento biomédico en IPS*. Recuperado de: <http://mps1.minproteccionsocial.gov.co/evtmedica/>

Ministerio de la Protección Social. (2010). *Guía técnica de buenas prácticas en seguridad del paciente. Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad En Salud, 49*.

Alzate, J., Duque, M., & Gonzalez, E. (2015). *Manual de Ingeniería Clínica HLMM*. Medellín-Colombia. Ed. Hospital La María.

Alfonso, H. (2000). *Gerencia del Mantenimiento para Equipos, Redes y Obras Física*. en: Panamericana EM, editor. *Administración Hospitalaria*. p. 253. Recuperado de: <https://edoc.site/queue/administracion-hospitalaria-malagon-londoo-pdf-free.html>

Yáñez, E. (1986). *Hospitales de Seguridad Social*, Editorial Limusa, Recuperado de: http://www.academia.edu/27716684/Hospitales_de_Seguridad_Social_Enrique_Yanez_Libro_pdf

Rodríguez, E. (2000). *Ingeniería Clínica*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba. Recuperado de: <https://www.goodreads.com/book/show/25371261-ingenier-a-cl-nica>

Ortiz-Posadas, M. (2004). *Funciones de los departamentos de ingeniería biomédica en instituciones de salud pública y privada en México*. III Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, Joao Pessoa, Brasil; 5: 373-376.

Ministerio de educación. (2018). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado de: <https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/snies/>

Bronzino, JD. (1992). *Management of Medical Technology, A Primer for Clinical Engineers*. Butterworth-Heinemann.

Cheng M, Dyro JF. (2004). *Good Management Practice for Medical Equipment*, en: Dyro JF (Ed), *Clinical Engineering Handbook*. pp 108-110. Elsevier Academic Press.

Dirección Seccional de Salud de Antioquia (DSSA). (2018). Plan Territorial de Salud. Recuperado de:
https://www.dssa.gov.co/images/PLAN%20TERRITORIAL%20DE%20SALUD%20WORD%20_%20VERSI%C3%93N%208.pdf