

**Universidad de Costa Rica**  
**Sede de Occidente**  
**Departamento de Ingeniería, Informática y Tecnología**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**

**Proyecto de Graduación**

Rediseño del plan de mantenimiento para el área de Ingeniería y  
Mantenimiento del Hospital Carlos Luis Valverde Vega

**Sustentantes**

José Emanuel Porras Jirón  
Joshuan López Quesada

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Junio, 2023**



Universidad de Costa Rica  
Sede de Occidente  
Departamento de Ingeniería, Informática y Tecnología  
Carrera de Ingeniería Industrial

Proyecto de Graduación

Rediseño del plan de mantenimiento para el área de Ingeniería y  
Mantenimiento del Hospital Carlos Luis Valverde Vega

Sustentantes  
José Emanuel Porras Jirón  
Joshuan López Quesada

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Junio, 2023

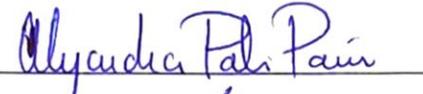


PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Rediseño del plan de mantenimiento para el área de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Carlos  
Luis Valverde Vega

---

**Tribunal examinador**

<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	<i>Fecha</i>
Máster Alejandra Pabón Páramo Representante de la Dirección		<u>21-7-23</u>
Máster Paula Ramírez Alfaro Directora del Comité Asesor		<u>18-7-23</u>
Lic. Jhon Paniagua Jiménez Asesor Técnico		<u>18-7-23</u>
Máster Rolando Carvajal Montes Profesional Contraparte		<u>21-07-2023</u>
Dra. María José Chassoul Acosta Profesor Lector		<u>21-7-2023</u>
<i>Sustentantes:</i>		
José Emanuel Porras Jirón		<u>21-7-2023</u>
Joshuan López Quesada		<u>21-07-2023</u>

## **Agradecimientos y dedicatoria**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me apoyaron durante la realización del proyecto de graduación. En primer lugar, quiero agradecer a mi madre por ser mi fuente inagotable de amor, inspiración, paciencia y motivación. Gracias a ella, he sido capaz de perseverar en los momentos más difíciles y superar los desafíos que se presentaron en el camino.

También quiero agradecer a La Vida por brindarme esta oportunidad única de aprender y crecer como persona y profesional. La realización de esta tesis durante la pandemia fue un desafío, pero también fue una experiencia enriquecedora que me permitió desarrollar nuevas habilidades y conocimientos.

Finalmente, quiero agradecer al equipo de mantenimiento del hospital Dr. C.L.V.V. Gracias por abrirme las puertas de la institución y por permitirme conocer de cerca la labor diaria realizada. Espero que el resultado del proyecto pueda ser de utilidad para la mejora de los procesos en el área. Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mis profesores y compañero de tesis por su apoyo y motivación durante el proyecto.

Una vez más, gracias a todos los que hicieron posible la realización de esta tesis y por formar parte de mi camino en esta formación universitaria. – *Joshuan López Quesada*.

Agradecer a mis padres por apoyarme en esta aventura que inició como un sueño y que hoy gracias al esfuerzo y trabajo es una realidad. Del mismo modo, agradecer a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este proyecto brindando el apoyo y consejos en aquellos momentos difíciles.

Hoy después de un largo recorrido puedo decir que este proyecto ha llegado al fin, sin embargo, esto no hubiera sido posible sin la ayuda de mi familia que fue el principal soporte en la elaboración de este sueño.

Del mismo modo agradecer a mi compañero de tesis, por el compromiso y responsabilidad a la hora de asumir esta última etapa de la carrera.

Finalmente agradecer a todas las personas que en dado momento me brindaron una sonrisa, gratitud y compañerismo. A todos ustedes gracias porque hicieron que este viaje estuviera colmado de sonrisas y afecto en todo momento.

¡He sido una persona muy bendecida al estar rodeado de ustedes!

De nuevo gracias. – *José Emanuel Porras Jirón*.

## Resumen gerencial

El Hospital DR. Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV), es considerado una institución esencial que garantiza la salud pública de la zona de Occidente. Asimismo, está constituido por una serie de departamentos de carácter administrativo, operativo y de soporte. Además, dentro de este último se encuentra el de mantenimiento, el cual se encarga de velar por la continuidad de las operaciones con el objetivo de garantizar la prestación de los servicios, esto mediante procesos de mitigación y prevención que permiten evitar atrasos en el transcurso, ya sea por concepto de averías o fallas de máquinas, equipos, ausencia de condiciones ambientales controladas o bien por daños en la infraestructura física.

Para lograr este objetivo, el departamento está segmentado en tres subáreas las cuales se encargan de brindar el soporte necesario en cada una de las unidades usuarias, igualmente, estas se dividen según el tipo de activo al que le brindan soporte, tal y como se muestra a continuación:

- a. Subárea de electromedicina o equipo médico: es la que brinda soporte de mantenimiento preventivo y correctivo en el equipo médico, únicamente.
- b. Subárea de electromecánica: esta proporciona el soporte de mantenimiento preventivo y correctivo en las redes electromecánicas y equipo industrial (sistemas de climatización, bombeo, iluminación, refrigeración y demás).
- c. Subárea de obra civil y mobiliario: ofrece el soporte de la infraestructura física y el mobiliario, tanto de manera preventiva como correctiva.

En cuanto al primer capítulo de este proyecto, se elabora un diagnóstico preliminar para identificar la problemática actual y así, en función de esta, determinar indicadores de éxito a medir durante el proyecto, igualmente, se define el enfoque y el marco teórico a utilizar en el desarrollo. Asimismo, como segunda fase, se lleva a cabo una revisión exhaustiva del estado de los procesos actuales de mantenimiento, para el cual se emplean herramientas como los diagramas de flujo de los procesos actuales, cursogramas y se determinan cuáles actividades corresponden a operación, transporte, esperas o inspección. Aunado a lo anterior, se realiza un análisis de la cadena de valor, con el objetivo de determinar el impacto que tienen las actividades de mantenimiento a nivel operativo en el hospital y las necesidades de las diferentes unidades usuarias de los servicios que brinda el departamento. A partir de estos datos, se realiza la medición de los indicadores de éxito, esto determina el estado actual del departamento y direcciona los esfuerzos que se deben realizar para lograr un aumento en los mismos. Seguidamente, para conseguir un plan de mantenimiento efectivo, se realiza una investigación de la normativa aplicable, con el propósito de que el diseño por realizar esté dentro del marco jurídico operacional establecido por la CCSS, es decir, dentro de la normativa aplicable.

Consecuentemente, se presenta el rediseño de los procesos sustantivos de mantenimiento preventivo, correctivo y mejoras del recurso físico. Para ello, se definen cuáles son las entradas y salidas, así como el propósito explícito de cada una de estas y quiénes son los actores que llevan a cabo el proceso. Para esto, se utiliza la normativa que exige el Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional (SIGMI) en la que se indican las etapas y los factores que se deben tomar en cuenta al momento de realizar un plan de mantenimiento para el departamento. Luego, ya dentro de este análisis, se clasifica, segmenta y prioriza el inventario técnico del recurso físico, según los criterios establecidos, también

se diseña un cronograma de mantenimiento para estos equipos. Además, se rediseña con la premisa de eliminar las enfermedades y desperdicios e incorporar las mejores prácticas a dichas fases, por tanto, se efectúan los diagramas de flujo de tales procesos rediseñados.

En correspondencia con lo anterior, en el capítulo de diseño, se considera cómo realizar estos procesos e incorporar las tecnologías de la información propuestas en las mejores prácticas, para ello, se plantea utilizar un complemento para el sistema SOCO, el cual se denomina herramienta SPCM, de este modo, se permite en conjunto dar trazabilidad de las operaciones de mantenimiento desde la planificación, ejecución y control, esto a través de módulos de control de ejecución (denominados así dada la funcionalidad). Por ende, esta herramienta se brinda a la empresa y se diseñan los manuales de uso, lo que convierte a tal instrumento en un producto tangible, aplicable y aprovechable.

Por último, en el capítulo de validación, se realiza una propuesta para implementar un plan de mantenimiento aplicable a las familias de equipos con mayores necesidades de mantenimiento preventivo, esto mediante el diseño de cronogramas con la respectiva calendarización en la herramienta SPCM. De esta forma, con el diseño de los cronogramas, se realiza una presentación inicial a la contraparte y se definen las actividades siguientes que incluyen los actores y fechas para iniciar con el plan piloto a implementar en el cronograma de mantenimiento. A partir de este punto, se realizan capacitaciones constantes con el personal técnico y supervisores del departamento de mantenimiento, con el fin de definir las expectativas y el alcance del plan a ejecutar. Cabe enfatizar que, con el éxito en el desarrollo de estas actividades previas, se procede a la siguiente etapa en donde se realiza la ejecución del plan de mantenimiento, del mismo modo, se brinda un acompañamiento durante el cumplimiento, para así verificar que la estrategia diseñada sea aplicable y replicable por las subáreas en estudio.

Finalmente, con la ejecución del programa de mantenimiento, se recolecta los datos y se realiza un análisis sobre la efectividad del plan propuesto, en efecto, con los resultados obtenidos se determina el éxito del proyecto y se brindan las principales conclusiones y lecciones aprendidas durante la realización.

## Índice

Introducción .....	15
Capítulo I. Propuesta del Proyecto.....	17
1.1. Justificación del Proyecto .....	17
1.1.1. Descripción de la organización .....	17
1.1.2. Área de desarrollo del proyecto .....	17
1.1.3. Alcance.....	18
1.1.4. Justificación de la problemática .....	18
1.1.5. Enunciado del problema.....	26
1.1.6. Beneficios asociados .....	26
1.2. Objetivo general .....	27
1.3. Indicadores de éxito .....	27
1.3.1. Índice de mantenimiento preventivo .....	27
1.3.2. Nivel de cumplimiento de la gestión de mantenimiento .....	27
1.4. Limitaciones.....	28
1.5. Marco de referencia teórico.....	29
1.5.1. Estructura de los procesos de mantenimiento .....	29
1.5.2. Gestión administrativa .....	29
1.5.3. Reingeniería de procesos.....	32
1.5.4. Gestión por procesos .....	33
1.5.5. Mantenimiento basado en el riesgo.....	35
1.5.6. Clasificación de fallas .....	37
1.5.7. Cadena de valor.....	39
1.6. Definiciones de mantenimiento.....	40
1.7. Metodología general.....	41
1.7.1. Cronograma de actividades .....	44
Capítulo II. Diagnóstico .....	47
2.1. Objetivo general .....	47
2.1.1. Objetivos específicos .....	47
2.2. Metodología de abordaje para el diagnóstico.....	47
2.3. Desarrollo de los objetivos del diagnóstico.....	48
2.3.1. Determinar el diseño actual de los procesos del área de I&M .....	48
2.3.2. Análisis del estado actual del área de I&M.....	71
2.3.3. Indicadores de mantenimiento .....	77
2.3.4. Costos asociados .....	78
2.3.5. Análisis de causa raíz .....	86
2.3.6. Evaluación del sistema de gestión de mantenimiento de I&M .....	93

2.3.7. Identificación de la capacidad del área de I&M.....	108
2.3.8. Identificación de la normativa aplicable.....	114
2.4. Oportunidades de mejora en el área de I&M.....	130
2.5. Conclusiones del diagnóstico .....	131
Capitulo III. Diseño.....	133
3.1. Objetivo general .....	133
3.2. Objetivos específicos.....	133
3.3. Metodología de abordaje para el diseño .....	133
3.4. Desarrollo de los objetivos del diseño.....	134
3.4.1. Identificación de insumos para la elaboración del programa de mantenimiento.....	134
3.5. Documentación del avance del cronograma de mantenimiento .....	155
3.5.1. Definir roles y responsabilidades: .....	155
3.5.2. Las metas por alcanzar .....	156
3.5.1. Formación de equipos de trabajo.....	157
3.5.2. Documentación de avance del cronograma de mantenimiento .....	158
3.5.3. Metodología de control mediante un sistema Kanban.....	160
3.6. Herramienta de evaluación de la frecuencia de mantenimiento. ....	165
3.6.1. Frecuencia del mantenimiento.....	168
3.7. Conclusiones del diseño .....	168
Capitulo IV. Validación .....	170
4.1. Objetivo general .....	170
4.2. Objetivos específicos.....	170
4.3. Metodología de abordaje para la validación.....	170
4.4. Desarrollo de los objetivos del diseño.....	171
4.4.1. Validar la eficiencia de la herramienta SPCM en el área de I&M. ....	171
4.4.2. Análisis de las mejoras mediante indicadores de éxito .....	175
4.4.3. Validación de los módulos de la herramienta SPCM.....	194
4.5. Análisis de factibilidad financiera .....	195
4.5.1. Costeo de actividades .....	195
4.6. Conclusiones de la etapa validación.....	199
Conclusiones .....	200
Recomendaciones.....	201
Referencias bibliográficas .....	202
Acrónimos .....	206
Anexos.....	208
Apéndices.....	215

## Índice de tablas

Tabla 1. Impacto de las 6m's en el mantenimiento no planificado .....	26
Tabla 2. Nivel de implementación de las actividades de gestión del mantenimiento .....	28
Tabla 3. Escala de evaluación de la gestión .....	28
Tabla 4. Matriz de puntos para la función del equipo .....	36
Tabla 5. Riesgo físico asociado con la aplicación clínica .....	36
Tabla 6. Requisitos del mantenimiento .....	37
Tabla 7. Clasificación de fallas .....	37
Tabla 8. Metodología general .....	42
Tabla 9. Cronograma de actividades .....	45
Tabla 10. Metodología del diagnóstico .....	47
Tabla 11. Distribución de actividades para el proceso de mantenimiento correctivo .....	52
Tabla 12. Distribución de actividades para el proceso de mantenimiento preventivo .....	55
Tabla 13. Distribución de actividades para el proceso de mejoras del recurso físico .....	57
Tabla 14. Porcentaje de órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento del área I&M.....	76
Tabla 15. Parámetros de evaluación del tiempo dedicado a mantenimiento preventivo.....	77
Tabla 16. Porcentaje del tiempo dedicado a los procesos de mantenimiento del área de I&M .....	78
Tabla 17. Análisis de causa raíz.....	86
Tabla 18. Impacto de las causas de la poca efectividad en equipo médico.....	91
Tabla 19. Impacto de las causas de la poca efectividad en electromecánica y obra civil .....	91
Tabla 20. Matriz para priorizar las intervenciones.....	93
Tabla 21. Métodos de evaluación y decisión multicriterio .....	94
Tabla 22. Tabla de evaluación Saaty de criterios para el método PAJ .....	95
Tabla 23. Resumen de la metodología en la selección del modelo de evaluación.....	99
Tabla 24. Escala de comparación entre pares .....	100
Tabla 25. Matriz A de tamaño 7x7 para la comparación de los criterios .....	100
Tabla 26. Normativa de referencia para la conformación de criterios y subcriterios.....	101
Tabla 27. Matriz de comparación de criterios $A^2$ , vector de prioridad normalizado .....	102
Tabla 28. Diferencia de autovectores de las interacciones de A .....	102
Tabla 29. Índice aleatorio para el cálculo del cociente de consistencia .....	103
Tabla 30. Detalle de cálculo del valor propio para A.....	103
Tabla 31. Detalle por subcriterio de evaluación del indicador de gestión .....	104
Tabla 32. El resultado de la evaluación del indicador de gestión .....	105
Tabla 33. Evidencias de la calificación de subcriterios .....	107
Tabla 34. Tiempo anual de mantenimiento por sub-área .....	110
Tabla 35. Factor de corrección para supervisión.....	111
Tabla 36. Resumen tiempo anual de mantenimiento por sub área.....	111
Tabla 37. Cálculo de la carga de mantenimiento anual.....	111
Tabla 38. Resumen del tiempo para mantenimiento por supervisor .....	111
Tabla 39. Horas técnico-reales disponibles al año por colaborador.....	113
Tabla 40. Resumen de horas técnico-reales disponibles por año .....	113
Tabla 41. Resumen del cumplimiento de normativas aplicables al área de I&M. ....	118
Tabla 42. Clasificación de la criticidad de equipos.....	125
Tabla 43. Indicadores del sistema de gestión de mantenimiento institucional de la CCSS .....	130

Tabla 44. Oportunidades de mejora.....	130
Tabla 45. Metodología del diseño .....	134
Tabla 46. Total de horas disponibles anualmente .....	143
Tabla 47. Determinación de la cantidad de colaboradores necesarios en el área de I&M. ....	143
Tabla 48. Clasificación de activos según ubicación.....	145
Tabla 49. Distribución de las horas disponibles anuales para mantenimiento.....	147
Tabla 50. Distribución de horas del personal de equipo médico.....	147
Tabla 51. Ddistribución de horas del personal de equipo industrial .....	148
Tabla 52. Distribución de horas personal de obra civil .....	149
Tabla 53. Calificación de índice de mantenimiento preventivo .....	157
Tabla 54. Matriz de puntos para la función del equipo .....	166
Tabla 55. Riesgo físico asociado con la aplicación clínica .....	166
Tabla 56. Requisitos del mantenimiento .....	166
Tabla 57. Metodología del diagnóstico. ....	170
Tabla 58. Familias plan piloto electromecánica .....	176
Tabla 59. Cantidad de técnicos por plan .....	177
Tabla 60. Calificación de índice de mantenimiento preventivo .....	180
Tabla 61. Oportunidades de mejora.....	188
Tabla 62. Metodología del proyecto.....	196
Tabla 63. Tiempo invertido.....	197
Tabla 64. Descripción de actividades.....	197

## Índice de figuras

Figura 1. Distribución de órdenes de trabajo en el área de I&M.....	19
Figura 2. Distribución del costo de materiales por órdenes de trabajo en el área de I&M.....	20
Figura 3. Clasificación de órdenes de trabajo por sub área .....	21
Figura 4. Diagrama de Ishikawa de la ausencia de un plan de mantenimiento .....	24
Figura 5. Diagrama de flujo para la reingeniería de procesos .....	33
Figura 6. Pasos para el análisis de causa raíz .....	39
Figura 7. Diagrama de nivel cero de actividades de mantenimiento correctivo.....	51
Figura 8. Diagrama de nivel cero de actividades de mantenimiento preventivo.....	54
Figura 9. Diagrama de nivel cero de actividades de mejoras del recurso físico.....	56
Figura 10. Mapa de procesos <i>del</i> área de I&M .....	58
Figura 11. Modelo de la cadena de valor de Michael Porter.....	61
Figura 12. Análisis de la cadena de valor del HCLVV .....	62
Figura 13. Análisis de la cadena de valor del área de I&M.....	63
Figura 14. Diagrama SIPOC para proceso de mantenimiento correctivo .....	65
Figura 15. Diagrama SIPOC para el proceso de mantenimiento preventivo.....	67
Figura 16. Diagrama SIPOC para el proceso de mejoras al recurso físico .....	69
Figura 17. Recuento de órdenes de trabajo ejecutadas por la sub área de equipo médico .....	72
Figura 18. Recuento de órdenes de trabajo ejecutadas por la sub área de electromecánica.....	73
Figura 19. Recuento de órdenes de mantenimiento preventivo en obra civil.....	75
Figura 20. Recuento de horas dedicadas a los procesos por sub área .....	76
Figura 21. Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en equipo médico .....	80

Figura 22. Distribución del costo total para equipo médico .....	81
Figura 23. Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en electromecánica.....	82
Figura 24. Distribución de costo total para equipo industrial .....	83
Figura 25. Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en obra civil.....	83
Figura 26. Distribución de costo total para obra civil .....	84
Figura 27. Resumen de costos por personal y materiales para I&M.....	85
Figura 28. Resumen de costos por proceso para el área de I&M.....	85
Figura 29. Causas de la ausencia de planificación en electromecánica y obra civil .....	89
Figura 30. Causas del comportamiento en equipo médico.....	90
Figura 31. Árbol de Jerarquización.....	98
Figura 32. Diagrama de flujo del método AHP o PAJ.....	99
Figura 33. Esquema general del programa de mantenimiento .....	101
Figura 34. Suplementos de trabajo.....	141
Figura 35. Pasos para desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo en I&M. ..	151
Figura 36. Interfaz de la herramienta SPCM. ....	152
Figura 37. Base de datos del sistema SPCM. ....	153
Figura 38. Módulo de personal técnico de mantenimiento. ....	153
Figura 39. Módulo de elaboración del cronograma de mantenimiento. ....	154
Figura 40. Actividades de control de ejecución del plan de mantenimiento.....	155
Figura 41. Módulo del sistema Kanban. ....	161
Figura 42. Modificaciones en las actividades del proceso de mantenimiento preventivo. ....	163
Figura 43. Módulo estadístico de la herramienta SPCM. ....	164
Figura 44. Frecuencia de mantenimiento preventivo basado en el riesgo.....	167
Figura 45. Diseño propuesto para la generación de cronogramas de mantenimiento preventivo...	173
Figura 46. Resultado Índice Mantenimiento Ene-20 – Jun-20.....	176
Figura 47. Módulo de administración de técnicos. ....	177
Figura 48. Base de datos del cronograma de mantenimiento.....	178
Figura 49. Sistema Kanban para el control de mantenimiento. ....	179
Figura 50. Tiempo dedicado al mantenimiento preventivo.....	180
Figura 51. Orden de trabajo temporal. ....	182
Figura 52. Módulo de mantenimiento correctivo.....	183
Figura 53. Uso del módulo de mantenimiento correctivo.....	184
Figura 54. Uso del módulo de mantenimiento correctivo.....	185
Figura 55. Esquema general del programa de mantenimiento .....	187
Figura 56. Evaluación del índice de gestión de mantenimiento.....	188
Figura 57. Criterio #1 Programar plan anual de mantenimiento.....	190
Figura 58. Criterio #2 Procedimientos y métodos de trabajo.....	190
Figura 59. Criterio #3 Inventario técnico del recurso físico. ....	191
Figura 60. Criterio #4 Programación y control de contratos.....	192
Figura 61. Criterio #5 Indicadores de gestión. ....	192
Figura 62. Criterio #6 Plan anual de presupuestos.....	193
Figura 63. Criterio #7 Formación y capacitación.....	194
Figura 64. Cotización de MP Software. ....	198



## **Introducción**

El HCLVV se encuentra ubicado en el cantón de San Ramón de Alajuela y es uno de los principales centros de salud de la región de Occidente. Este se inaugura oficialmente en el año 1955, gracias al esfuerzo de una comunidad incansable que luchó por el derecho a la salud pública. Posterior a este evento, como resultado de la preocupación del pueblo por validar los derechos, el centro de salud crece paulatinamente, en cuanto a personal y equipo especializado se refiere, lo que implica que año a año deba darse un mayor enfoque en los procesos de planificación y las ejecuciones de actividades de mantenimiento preventivo (Quiroz, 1980).

Según datos del departamento de mantenimiento, la totalidad de activos del hospital aumenta a razón del 5% anual en promedio y se espera que este valor aumente de forma considerable en los próximos años. Este aumento provoca a la vez que exista una carga de trabajo y un nivel de planificación cada vez más preciso de forma tal que, la atención requerida por los activos sea recibida en el momento adecuado, lo cual implica todo un proceso estructurado de planificación y mediación entre los diferentes actores que intervienen en este proceso.

Sin embargo, la realidad actual del departamento es que existe ausencia en el control y en los procesos de planificación y es que aunque se realice el proceso de mantenimiento preventivo este se ejecuta sin un adecuado proceso de planificación y con carencias en el control, lo que se traduce en que el proceso de mantenimiento correctivo vaya presentando una tendencia creciente, aspecto que es preocupante para el departamento ya que va en contra de la visión estratégica operacional en donde se establece que el mantenimiento preventivo es el proceso principal y el que debería de acaparar la mayor cantidad de recursos desde la mano de obra hasta los consumibles o repuestos.

El presente documento está conformado por 4 capítulos, el primer capítulo muestra la propuesta del proyecto, donde basados en una evaluación preliminar de la situación de la institución se identifican los principales problemas presentes en la gestión de la organización y las principales causas. Igualmente se realiza un marco teórico que abarca conceptos necesarios para aplicar durante la ejecución del proyecto, con el fin de buscar soluciones o puntos de mejora y se establecen indicadores de éxito para medir el impacto de las mejoras a implementar.

El segundo capítulo detalla el diagnóstico de la empresa, en el que se muestra evidencia y justificación de la problemática identificada, se detallan y profundizan las causas y se plantean oportunidades de mejora para la siguiente etapa que corresponde al diseño de soluciones que subsanen los hallazgos.

El tercer capítulo abarca el diseño de cada propuesta mostrando a detalle la implementación y ejecución. A la vez se desarrollan herramientas útiles, que responden positivamente a las oportunidades identificadas.

Finalmente, en el cuarto y último capítulo se presenta la validación, donde se realiza la medición de los indicadores de éxito con el propósito de cuantificar el impacto de las mejoras propuestas y el proyecto en general, adicional se muestra el detalle de la propuesta realizada para un grupo de familias de equipos en específico en donde se logra constatar la eficiencia de la herramienta, la cual se ejecuta

tanto como soporte del sistema actual del departamento como en solitario obteniendo resultados positivos finalmente, se realiza una encuesta que mide el grado de conformidad del proyecto con respecto a las herramientas y las capacitaciones realizadas a lo largo del desarrollo.

## Capítulo I. Propuesta del Proyecto

### 1.1. Justificación del Proyecto

#### 1.1.1. Descripción de la organización

El HCLVV ubicado en San Ramón de Alajuela, se inaugura en 1955. Este recibió el nombre del médico ramonense Carlos Luis Valverde Vega considerado benemérito de la patria, además, uno de los médicos más brillantes de la historia de la salud pública costarricense (CCSS, 2017). Asimismo, la fundación de este hospital fue el resultado de años de preocupación por parte de los habitantes de la zona por tener un hospital, el motivo de dicha preocupación se basaba en que el poblado de San Ramón se asentó aproximadamente en 1844 y fue hasta el año 1885 cuando fue asignado el primer doctor en la zona. A partir de este momento, se intensificaron los esfuerzos por construir un hospital, debido a la importancia que representaba para la zona el contar con un centro médico para potenciar el avance social de la misma; esto porque el inmueble tendría la capacidad de brindar servicios de salud a los habitantes de Palmares, Naranjo, Zarcero, Ciudad Quesada y Esparza (Quiroz, 1980).

Por lo tanto, la suma de estos esfuerzos se materializó con la construcción de dos estructuras hospitalarias que brindaron los servicios de salud hasta el año 1924, puesto que, en ese año un fuerte terremoto afectó a ambos establecimientos. No obstante, la población continuó con el afán de poseer un centro médico y nuevamente se organizaron, gracias a ello, en 1938 inició el proyecto para ampliar y construir un hospital moderno en la zona donde se ubica en la actualidad.

#### 1.1.2. Área de desarrollo del proyecto

El área de Ingeniería y Mantenimiento (en adelante como I&M), es la encargada de asegurar la confiabilidad, disponibilidad y cumplimiento de la vida útil, tanto de la infraestructura como de los equipos de la institución, los cuales son necesarios para la prestación de los servicios de salud a la población. Por ello, para llevar a cabo este fin, el área se encuentra dividida de la siguiente manera:

- a. Sub área de equipo médico: relacionada a la conservación y mantenimiento del equipo médico.
- b. Sub área de electromecánica: referente a todo el conjunto de redes electromecánicas y equipo industrial.
- c. Sub área de obra civil: es la que vela por la infraestructura y mantenimiento del mobiliario.

Cabe acotar que, para el desarrollo de los servicios, el departamento cuenta con tres procesos sustantivos que forman parte del alcance del proyecto:

- a. Proceso de mantenimiento preventivo: Acciones destinadas a la confiabilidad, disponibilidad y cumplimiento de la vida útil del recurso físico, mediante la realización de rutinas periódicas. Este tipo de mantenimiento es programado de manera directa por el supervisor de cada una de las sub áreas mencionadas anteriormente.
- b. Proceso de mantenimiento correctivo: Conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos o fallas imprevistas que se presentan en los distintos elementos de los activos y recursos

físicos del hospital, este tipo de trabajos son solicitados de manera directa por las unidades usuarias.

- c. Proceso de mejora del recurso físico: Son todas aquellas actividades que tienen como objetivo hacer cambios parciales en el recurso físico, debido a las necesidades de los usuarios, la administración o para ajustarse al cumplimiento de la normativa vigente, sin que se incremente el área y sin modificar sustancialmente la funcionalidad de los recintos.

### 1.1.3. Alcance

El proyecto se lleva a cabo en el HCLVV, específicamente, en el Área de I&M cuya función es brindar un servicio de soporte a todo el hospital y las áreas, tanto comunes como críticas, esto a través de un plan de mantenimiento el cual se crea, se divulga y se aplica en dicha área.

### 1.1.4. Justificación de la problemática

Aplicar un sistema de gestión de mantenimiento, además de garantizar la continuidad de funcionamiento de los equipos, permite que este se produzca en condiciones de máxima seguridad para las personas, también, contribuye a utilizar racionalmente los sistemas de producción más adecuados a cada finalidad (Avellaneda, 2012 p. 108). Así, el mantenimiento preventivo maximiza el ciclo de vida útil de los equipos e instalaciones, esto permite que los activos sigan siendo totalmente funcionales incluso después de haber sido amortizados. Aunado a ello, para el departamento de I&M, los supervisores de las sub áreas manifiestan que: “debido a la diversidad de funciones del puesto, dedicar un tiempo para planificar y ejecutar cronogramas de mantenimiento les limita atender las necesidades diarias del área” (Ramírez y Soto comunicación personal, 9 de setiembre de 2020); y, aunque a nivel funcional se ejecutan tareas de mantenimiento preventivo, estas se realizan sin una adecuada gestión y planificación; por lo que, el área de I&M al no contar con una gestión adecuada del mantenimiento, presenta actualmente que el 53% de las órdenes de trabajo corresponden a servicios de mantenimiento correctivo, un 24% en órdenes de mantenimiento preventivo y un 23% en mejoras del recurso físico. En efecto, tales aspectos generan incongruencias con la perspectiva estratégica de la organización.

Por lo que, la misión del área de I&M se centra en mantener los recursos físicos del HCLVV en óptimas condiciones, con acciones predictivas, preventivas y correctivas, cuyo fin es maximizar la vida útil y disponibilidad, conservando el funcionamiento en un nivel óptimo con personal calificado y comprometido con los estándares de calidad. En consecuencia, para brindar un adecuado soporte técnico, este se apoya en asesorías técnicas además de una gestión adecuada que permita el desarrollo del hospital en este campo (CCSS, 2017). Asimismo, la visión es conservar un sistema de ingeniería y mantenimiento articulado, de calidad, en armonía con el ambiente, con un personal bien organizado que permita preservar los recursos en las mejores condiciones de funcionamiento, a la vez, que contribuya a una prestación de servicios segura, eficiente y oportuna (CCSS, 2017).

En relación con ello, según Miranda (1967): “Cerca del 40% al 60% del capital invertido en construir y equipar un hospital se dedica al sistema de ingeniería y al equipamiento” (p. 49). Por consiguiente, para proteger esta inversión es necesario establecer una buena organización, además, contar con un personal capacitado, tanto en la gerencia del departamento como en el servicio administrativo y de mantenimiento. Aunado a ello, “la vida limitada de ciertas instalaciones y equipos solo se prolongará

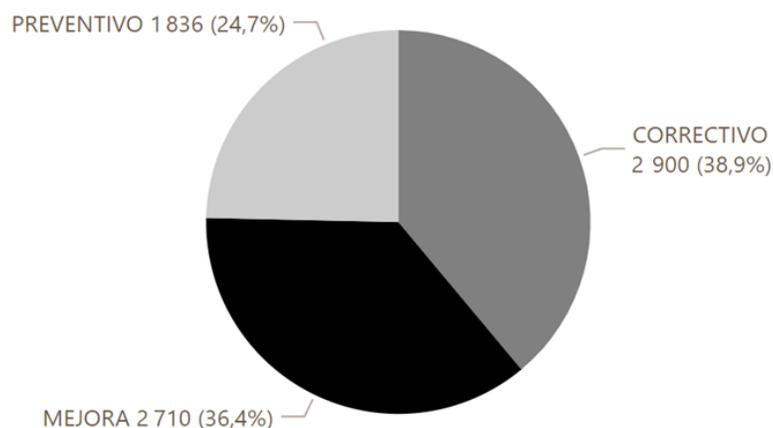
mediante tareas específicas y mediante un rígido programa de control sobre el mantenimiento de estos” (Miranda, 1967, p. 49). Para esto, se deben implementar estrategias de mitigación de fallas, tales como el mantenimiento preventivo y dedicar un pequeño porcentaje a la corrección de fallas en los equipos. Fundamentalmente, el mantenimiento correctivo se limita a esperar que un sistema o equipo presente una falla para repararla, contrario al preventivo que procura conservar un control continuo sobre el sistema al efectuar operaciones convenientes, periódicas, sin que se sospeche ningún defecto. Dado a ello, este es “(...) el más importante y el menos costoso para la institución hospitalaria, pues elimina las necesidades del mantenimiento correctivo” (Miranda, 1967, p. 50).

Consecuentemente, una adecuada gestión del mantenimiento permite controlar los costos directos de mantenimiento, a través del uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, horas hombre y servicio (Avellaneda, 2012)p.7) Por lo que, por medio de un análisis de costos de las órdenes de trabajo que realiza mantenimiento, se evalúa la eficiencia del servicio y se determinan los gastos por materiales para el total de órdenes de trabajo realizadas durante el periodo de estudio del 2020. (Ver Figura 1) Así, las órdenes no planificadas (que corresponden a trabajos correctivos y de mejoras del recurso físico), alcanzan un 75,3%, se encuentra que un 81,3% de los costos corresponden a mantenimientos no planificados (Ver Figura 2).

**Figura 1.**

*Distribución de órdenes de trabajo en el área de I&M*

Órdenes de trabajo ● CORRECTIVO ● MEJORA ● PREVENTIVO

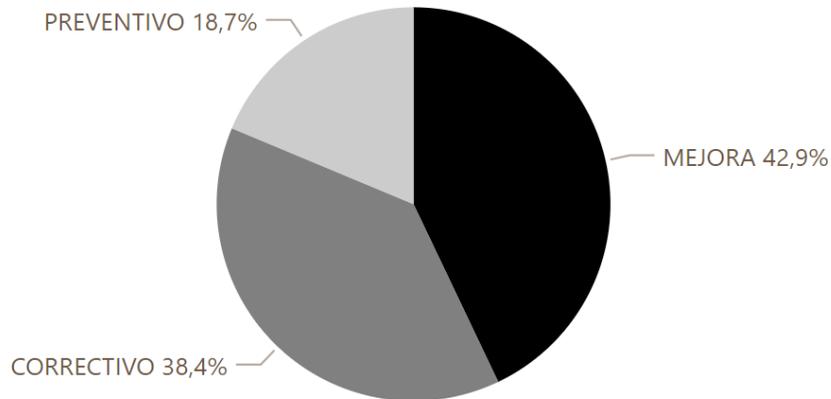


*Nota:* con datos del SOCO (CCSS, 2021).

**Figura 2.**

*Distribución del costo de materiales por órdenes de trabajo en el área de I&M*

Órdenes de trabajo ● MEJORA ● CORRECTIVO ● PREVENTIVO



*Nota:* con datos del SOCO (CCSS, 2021).

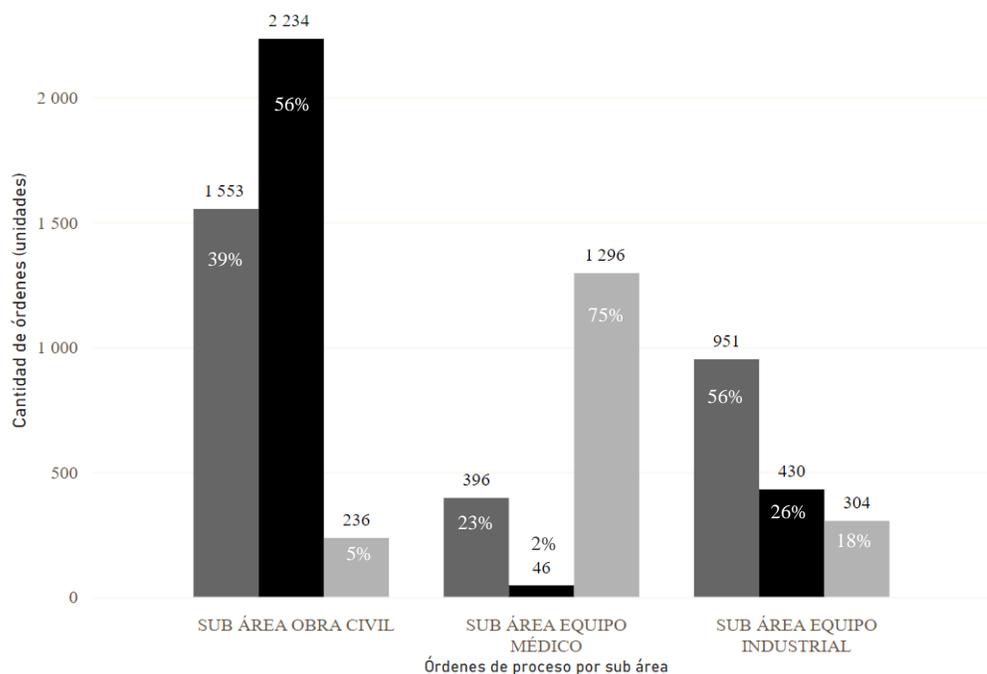
Es importante mencionar que, el área de mantenimiento se divide en tres sub áreas, cada una de estas brinda un servicio a las diferentes unidades usuarias del hospital, esto provoca que cada sub área sea especializada y se diferencien entre ellas. Por ello, el análisis entrará en detalle para cada una de estas de manera particular. En el Apéndice 1, a partir de la Figura A 1.1, en adelante, se observa la distribución de las órdenes de trabajo correctivas por cada sub área y las categorías en las que se desarrolla cada proceso. En cuanto a los datos para este análisis, proceden del SOCO, que es la herramienta que utiliza el área de I&M para recibir, gestionar y controlar las órdenes de trabajo y actividades de mantenimiento ejecutadas por los técnicos.

Seguidamente, en la Figura 3, se presenta la clasificación de órdenes de trabajo y la cantidad ejecutada por cada sub área.

**Figura 3.**

*Clasificación de órdenes de trabajo por sub área*

Orden de trabajo ● CORRECTIVO ● MEJORA ● PREVENTIVO



*Nota:* los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

Con respecto a los datos presentados, la sub área de electromecánica representa el mayor porcentaje de órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento correctivo, se encuentra que el 56% de los servicios que se brindan corresponden a este proceso, seguido de mantenimientos preventivos con un 18% y, en menor medida, mejoras del recurso físico con un 26% de participación. Para la sub área de equipo médico, se tiene un mayor porcentaje en comparación con las otras sub áreas, puesto que, contrario a la sub área de electromecánica, la mayor cantidad de mantenimientos realizados son preventivos con un 75%. A la vez, la participación del mantenimiento correctivo es de un 23% del total de órdenes y, por último, las mejoras del recurso físico representan un 2%.

Finalmente, al analizar la sub área de obra civil, se concluye que la mayor cantidad de órdenes de trabajo corresponden a mejoras del recurso físico con un 56%, seguido del mantenimiento correctivo con un 39% y, en menor medida, mantenimientos preventivos con un 5%, completando de tal manera la distribución de las órdenes de trabajo. Cabe destacar que, la sub área de obra civil es la que tiene la mayor cantidad de órdenes de trabajo ingresadas al sistema y, por ende, mayor cantidad de gastos.

Con base en el análisis anterior, se logra evidenciar que el proceso que se ejecuta en mayor medida por el área de I&M, es el mantenimiento no planificado, a excepción de la sub área de equipo médico, la cual muestra mayor porcentaje de mantenimientos preventivos. Seguidamente, se procede a evaluar

cada sub área de forma individual, con el fin de determinar el tipo de problemáticas que reportan las distintas unidades usuarias del servicio.

En cuanto al área de equipo médico, como se observa en la Figura 3 y en la Figura A 1.1, en el Apéndice 1. Del 23% de órdenes correctivas que presenta equipo médico, el 98% de estas están relacionadas al equipo médico. Dada la característica del taller al tener poca o nula variabilidad en el tipo de órdenes de trabajo, esto provoca que sea el departamento que presenta más orden en la ejecución de actividades y con ello un 75% de órdenes de trabajo preventivo. Cabe observar que, debido a la correcta ejecución de trabajo preventivo, para el periodo en estudio, se tienen 386 solicitudes por fallas para un total de 1009 activos de equipo médico. De igual manera, para obra civil se encuentra un 39% de órdenes de trabajo correctivo, además, presenta una distribución variada entre las diferentes categorías que reciben servicios de esta sub área tal y como se observa en la Figura A 1.2 del Apéndice 1. En efecto, esta mayor distribución entre los diferentes tipos de trabajo, provoca que junto con un mantenimiento preventivo de un 5% los servicios de fontanería, albañilería y activos presenten mayor cantidad de solicitudes.

Asimismo, del análisis de electromecánica se encuentra que, para el mantenimiento correctivo, se concentra la mayor participación con un 56% según la Figura 3 y en la Figura A 1.3 (Apéndice 1), se muestran las categorías que impactan directamente en 3 grandes ejes de la sub área como lo presentan activos, aires acondicionados e iluminación.

Como se ha mencionado anteriormente, en el área de I&M, existen dos tipos de procesos de mantenimiento, los planificados que corresponde al caso del preventivo y el no planificado que atañe al correctivo y las mejoras del recurso físico. Sin embargo, la teoría indica que el mantenimiento planificado representa mayores beneficios en contraposición al mantenimiento no planificado, tal y como afirma MP software, el mantenimiento preventivo o planificado es aquel que se realiza de manera anticipada, con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los activos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, entre otros. El principal objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, que garanticen el buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento a aquellos que dejaron de funcionar o están dañados (MP Software, 2019).

En este sentido, los beneficios de implementar un plan de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- a. Evitar fallas graves y reparaciones costosas, previendo estas mediante revisiones cíclicas.
- b. Reducir tiempos muertos por paros causados por fallas en los equipos.
- c. Alargar la vida útil de los activos.
- d. Mejorar las condiciones de trabajo.
- e. Disminuir costos del mantenimiento por compra de repuesto y uso de mano de obra.
- f. Optimizar los recursos (mano de obra, repuestos, servicios, etc.)

De igual manera, MP software (2019), define el mantenimiento correctivo o no planificado como aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos. Por lo cual,

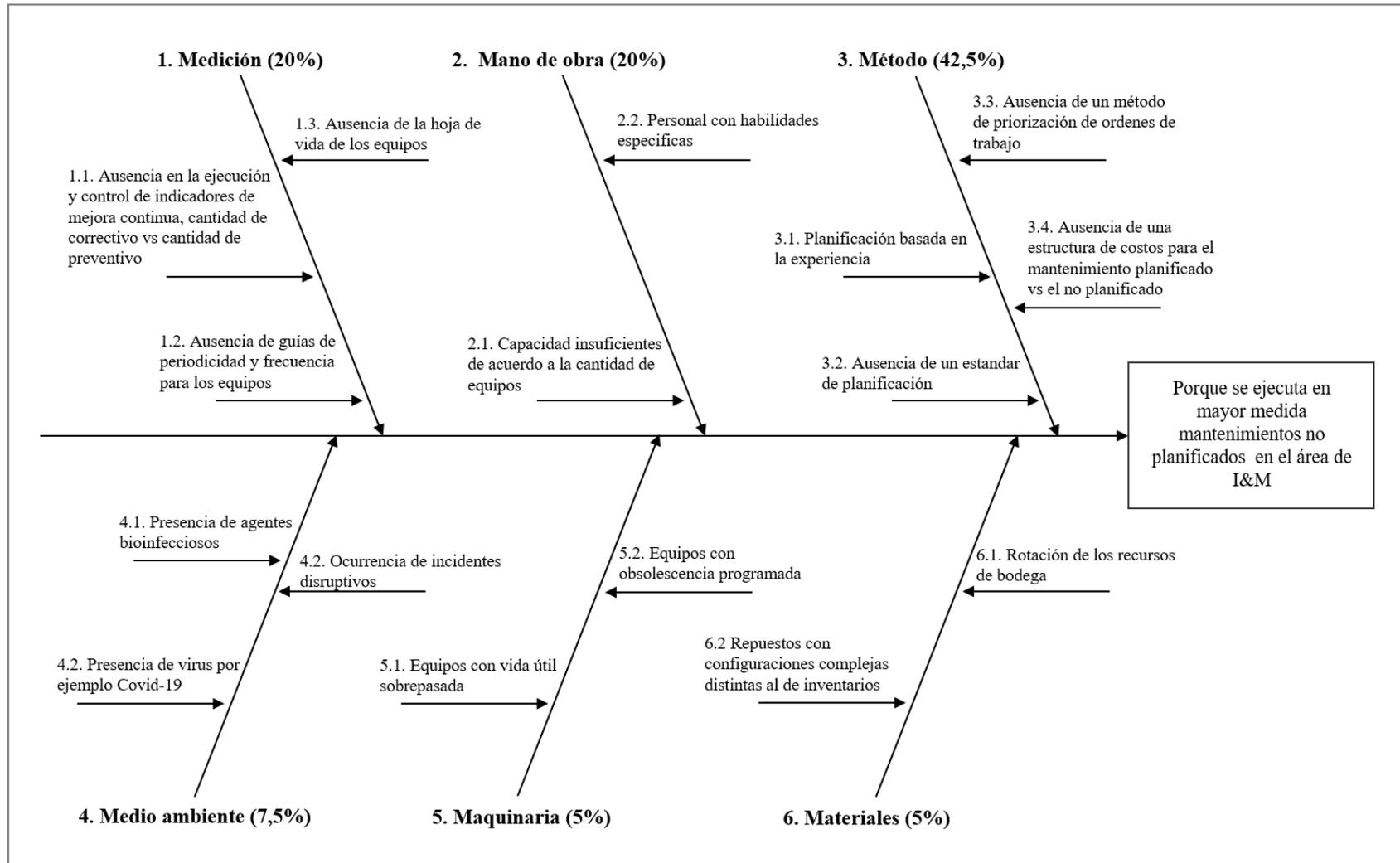
el mantenimiento correctivo consiste en reparar todo aquello que esté averiado: “Este mantenimiento se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por la naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario, siendo muy común el caso de desgaste de las mismas en la maquinaria rotativa” (MP Software, 2019).

Basado en la descripción anterior, se puede concluir que el mantenimiento planificado posee una estructura que permite contabilizar la cantidad de actividades a realizar, asociándole los costos de mantenimiento y mano de obra. Además, disminuye el impacto que sufren los equipos al no alcanzar fallas graves que impliquen un paro. Caso contrario del mantenimiento correctivo, en donde la falla materializada implica el cambio de una o varias piezas y el paro del equipo. Es por esto que, se considera que el mantenimiento preventivo es una mejor estrategia operativa para una organización.

Continuando con el tema del área de I&M, hasta el momento el análisis se centra en el arribo de solicitudes de trabajo a ser ejecutadas, sin embargo, se debe de tomar en cuenta los efectos de las llegadas de estas, por lo tanto, se emplea un diagrama de Ishikawa para sintetizar esta información (Ver Figura 4).

**Figura 4.**

*Diagrama de Ishikawa de la ausencia de un plan de mantenimiento*



Se deduce que, la cantidad de órdenes de trabajo no planificadas para el área de I&M en general, tiene un impacto que se distribuye en las seis M'S de la figura anterior. Para ahondar, se detalla cada una de ellas a continuación:

- a. **Medición:** Es una de las tres causas que generan mayor impacto en el área de I&M. La falta de medición de indicadores de mantenimiento no permite al departamento conocer el estado de cumplimiento o de no conformidad con los lineamientos que establece la CCSS, de forma que, al no existir una medición no existe un control y si no existe un control, es difícil mejorar la eficiencia de los procesos del área. De igual manera, el departamento no cuenta con una única guía o catálogo de equipos que se encuentran bajo la responsabilidad, por ello se desconocen datos como periodicidades, frecuencias y rutinas de mantenimiento de los equipos. Pasa lo mismo en cuanto a la hoja de vida de los equipos, que es el expediente de fallas, mantenimientos y paros que ha tenido el equipo.
- b. **Mano de obra:** Este factor genera un gran impacto que se asocia principalmente a la ausencia de capacidad, según indica el área de I&M, lo cual se corrobora más adelante en este documento.
- c. **Método:** Una ausencia en tareas de planificación, procesos de control y una metodología de trabajo enfocada en el mantenimiento correctivo impactan directamente en el aumento de las órdenes de trabajo, como se observa en el análisis anterior por sub área.
- d. **Medio Ambiente:** Al ser una unidad de salud, esto implica la presencia de agentes bioinfecciosos que son riesgos potenciales que limitan el accionar, es responsabilidad del departamento de mantenimiento afrontarlo.
- e. **Maquinaria o equipos:** La mantenibilidad, como ausencia de un adecuado mantenimiento preventivo, la falta de recursos asociadas al método, hacen que un mismo equipo presente mayor cantidad de trabajos correctivos.
- f. **Medición:** Se evidencia la falta de un seguimiento continuo sobre los activos y el estado, esto se asocia a la ausencia en la medición de indicadores de mantenimiento que permiten medir y controlar los procesos del área.

Finalmente, como eje transversal de los factores analizados anteriormente, se encuentra que las oportunidades de mejora se centran en el método. Tales procesos, están enfocados en una gestión de mantenimiento en donde se defina, analice, diseñe, ejecute y se controle los procesos de mantenimiento. Alineados a una estrategia enfocada en el servicio al cliente con una gestión eficiente de los recursos, de forma que se establezca una conexión con el enfoque estratégico de la organización. En la

Tabla 1, se muestra el peso de cada una de las causas según el impacto de cada una estas.

**Tabla 1.***Impacto de las 6m's en el mantenimiento no planificado*

<b>Causas</b>	<b>Detalle</b>	<b>Impacto</b>
1. Medición	1.1. Ausencia en la ejecución y control de indicadores	5,0
	1.2. Ausencia de guías de periodicidad y frecuencia para los equipos	5,0
	1.3. Ausencia de la hoja de vida de los equipos	10,0
2. Mano de obra	2.1. Capacidad insuficiente de acuerdo a la cantidad de equipos	17,5
	2.2. Personal con habilidades específicas	2,5
3. Método	3.1. Planificación basada en la experiencia	15,0
	3.2. Ausencia de un estándar de planificación	5,0
	3.3. Ausencia de un método de priorización de órdenes de trabajo	12,5
	3.4. Ausencia de una estructura de costos para el mantenimiento planificado vs el no planificado	10,0
4. Medio ambiente	4.1. Presencia de agentes bioinfecciosos	2,5
	4.2. Presencia de virus (por ejemplo, Covid-19)	2,5
	4.3. Ocurrencia de incidentes disruptivos	2,5
5. Maquinaria	5.1. Equipos con vida útil sobrepasada	2,5
	5.2. Equipos con obsolescencia programada	2,5
6. Materiales	6.1. Repuestos con configuraciones complejas distintas a las de inventarios.	2,5
	6.2. Rotación de los recursos de bodega	2,5

## 1.1.5. Enunciado del problema

La ausencia de una adecuada gestión y planificación en los procesos de mantenimiento del área de I&M, genera que la mayor cantidad de servicios realizados correspondan a mantenimientos no planificados con una participación del 75,3%, lo que impacta directamente en el gasto del presupuesto y limita un servicio oportuno y adecuado de las unidades usuarias del HCLVV.

## 1.1.6. Beneficios asociados

1.1.6.1. *Para la sociedad*

El HCLVV de San Ramón, es un pilar en la seguridad y continuidad de los sistemas básicos de salud para la zona de occidente, por lo que, el establecimiento de un plan de mantenimiento acorde a las necesidades genera un estado de seguridad sobre los recursos y permite un desarrollo adecuado que contribuye a la prestación de servicios de manera segura, eficiente y oportuna para los usuarios de la CCSS.

1.1.6.2. *Para la organización*

El desarrollo de un plan de mantenimiento para el área de I&M del HCLVV, mejora la ejecución de las actividades sustantivas del departamento y esto repercute en la reducción de costos por fallas inesperadas, confiabilidad del equipo, reducción de inactividad de áreas de salud críticas, así como prolongar y conservar los activos de la institución.

## 1.2. Objetivo general

Rediseñar el plan de mantenimiento del área de I&M del HCLVV acorde a los procesos sustantivos y necesidades de la CCSS. Con el fin de lograr una mejor utilización del recurso, reducción de gastos por reparación y atención oportuna.

## 1.3. Indicadores de éxito

Con el fin de determinar el estado actual del proyecto y, en la etapa de validación, poder medir un cambio cuantitativo en la organización, se han determinado los siguientes indicadores:

### 1.3.1. Índice de mantenimiento preventivo

Evidentemente, la eficacia de un departamento de mantenimiento se mide por la cantidad de tareas que pueda realizar preventivamente en relación con las que realiza de manera correctiva (Morgan, 2020). Tal indicador, se plantea con el objetivo de medir la cantidad de horas empleadas en tareas preventivas entre la cantidad de horas laborales dedicadas al mantenimiento. Asimismo, con el fin de controlar este indicador, la CCSS establece un mínimo de 45% y un objetivo óptimo deseable en 70%. Al mismo tiempo, este se apoya en una gestión de mantenimiento enfocada en las tareas preventivas, con el objetivo de medir y controlar efectivamente la ejecución del programa de mantenimiento. Cabe aclarar que, el indicador expresa un porcentaje y se mide con recurrencia semanal.

### Ecuación 1 = Índice de mantenimiento preventivo

$$\text{Índice de mantenimiento preventivo por subárea} = \frac{\text{Cantidad de horas de trabajo preventivo}}{\text{Total de horas de trabajo dedicadas a mantenimiento}} * 100$$

Variables de cálculo:

- a. Cantidad de horas de trabajo preventivo: Corresponden a la cantidad de horas de trabajo no planificadas que se ejecutan dentro del periodo a medir, esta variable es cuantitativa y se mide de forma semanal.
- b. Total de horas de trabajo dedicadas a mantenimiento: Se refiere a la cantidad total de horas ejecutadas en actividades de mantenimiento dentro del periodo en estudio, esta variable es cuantitativa y se mide de forma semanal.

### 1.3.2. Nivel de cumplimiento de la gestión de mantenimiento

Acorde a la Política Institucional de Mantenimiento, las unidades de I&M deben ejecutar las acciones del SIGMI, para proteger el recurso físico de los centros de salud. Al respecto, según el Artículo 36, 46 y 48 del Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional de la CCSS se definen los requisitos que debe cumplir la unidad ejecutora para desarrollar los procesos de gestión del mantenimiento:

- a) Planificar, ejecutar, evaluar y controlar los programas de mantenimiento del recurso físico de la unidad ejecutora.

- b) Elaborar procedimientos de operación y mantenimiento de la infraestructura, instalaciones, equipos médicos, industriales, de oficina, mobiliario y otros, subordinados.
- c) Levantar y mantener actualizado el inventario técnico del recurso físico de la unidad ejecutora.
- d) Elaborar los términos de referencia para la contratación de bienes y servicios para el mantenimiento.
- e) Controlar y verificar el cumplimiento de la ejecución de los contratos a terceros en lo que respecta a los aspectos técnicos y administrativos de mantenimiento.
- f) Generar información relevante para una oportuna toma de decisiones, así como aplicar indicadores de gestión.

Por lo tanto, en la Tabla 2 se plantea un indicador que evalúe el nivel de cumplimiento de las actividades de gestión por parte de las unidades de I&M del Hospital CLVV.

**Tabla 2.**

*Nivel de implementación de las actividades de gestión del mantenimiento*

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Factor</b>	<b>Estado Actual</b>
1. Programa de mantenimiento	0,17	
2. Procedimientos y métodos de trabajo	0,21	
3. Inventario técnico del recurso físico	0,24	
4. Programación y control de contratos	0,09	
5. Indicadores de gestión	0,08	
6. Plan anual de presupuestos	0,12	
7. Formación y capacitación	0,08	

Variables de cálculo:

- a. Punto de evaluación: Se califica de tal manera: “no presenta evidencia”, “deficiente”, “incompleto”, “avance medio en control” y “cumple a cabalidad” una escala numérica de 0 a 1. En efecto, el resultado se evalúa con base a 1, conforme al peso de cada criterio (ver Tabla 3).

**Tabla 3.**

*Escala de evaluación de la gestión*

<b>Escala de evaluación</b>	<b>Factor</b>
No presenta evidencias	0
Deficiente	1
Incompleto	2
Avance medio	3
En control	4
Cumple a cabalidad	5

#### **1.4. Limitaciones**

En la propuesta de proyecto actual se tiene una limitación a considerar, como parte de las compras y gestión del inventario de repuestos y partes utilizados en los procesos de mantenimiento, la CCSS ha

divido el proceso en dos unidades. Para tal efecto, I&M es el encargado de solicitar los materiales o repuestos necesarios para cubrir las actividades y el departamento de compras es el encargado de ejecutar los procesos de licitación y adquisición limitados al presupuesto aprobado para I&M.

Por ello, aunque los procesos de mantenimiento dependen directamente de estas actividades, la gestión de compras no será contemplada en la extensión del proyecto. Sin embargo, I&M es el responsable de solicitar el presupuesto que utilizará en compras para satisfacer las necesidades de mantenimiento, por lo que se deben considerar en las actividades de gestión.

## **1.5. Marco de referencia teórico**

### **1.5.1. Estructura de los procesos de mantenimiento**

Para comprender las funciones del área de I&M, es importante definir el contexto al que pertenece, como se muestra en el Anexo 1. Estructura organizacional del área de I&M el departamento de mantenimiento es el encargado de ejecutar los procesos de mantenimiento planificados y no planificados, necesarios para el correcto funcionamiento del hospital. Sin embargo, existe una serie de departamentos encargados de generar las directrices que debe seguir el área de I&M, puntualmente, la dirección de regional de I&M es la encargada de crear estas directrices, tales reglamentos técnicos van dirigidos a asegurar la disponibilidad de los equipos (industriales y médicos) y la infraestructura y mobiliario del HCLVV; todo ello, mediante la planificación, ejecución y control de actividades de mantenimiento necesarias para aumentar la confiabilidad, mantenibilidad y eficiencia de los servicios de salud. Por lo tanto, para comprender mejor las funciones del área es necesario describir los conceptos relacionados a las actividades de mantenimiento a saber.

### **1.5.2. Gestión administrativa**

Es el área de la organización encargada de analizar y ejecutar acciones que logren procesos cada vez más eficientes, al invertir recursos de forma eficaz. Según Prando (1996, p. 29), la gestión administrativa se compone de departamentos, en donde la gerencia es el órgano que dirige la empresa y los distintos departamentos que la componen, para esto, se establecen metas y objetivos. Asimismo, para lograr los objetivos, la dirección ejecutiva es la encargada de estimular y dirigir esfuerzos conjuntos con el fin de lograr la ejecución eficiente y económicamente factible de cada una de las funciones realizadas por los departamentos.

Seguidamente, se procede a definir el término servicio, lo cual es sumamente importante dado que es la razón principal del área. De igual forma, Prando (1996, p.17) define que un servicio es el conjunto de actividades que consumen energía, tiempo y materiales con el fin de resolver la necesidad de una o un grupo de personas. En este sentido, para lograr mantener a través del tiempo la prestación de los servicios, es necesario que una unidad se encargue de planificar y ejecutar actividades que permitan garantizar la continuidad, de forma que cada servicio consuma la energía, tiempo y materiales mínimos requeridos para la ejecución; el área encargada de realizar estas actividades es el área de mantenimiento (Prando, 1996 p. 27)

De la misma manera, mantenimiento, corresponde al departamento encargado de ejecutar las actividades que sean necesarias para asegurar que, tanto equipos como instalaciones, conserven una

condición particular, siendo esta la finalidad del departamento. Para lograr dicha meta, es necesario tener claro que el equipo es el elemento funcional que, por las características de uso, presentará mermas en la capacidad a través del tiempo. Dado a que, una empresa suele tener gran cantidad y variedad de equipos para ejecutar programas de mantenimiento eficientes, es necesario establecer un rubro que permita definir prioridades entre los equipos a la hora de realizar mantenimientos.

Para tal caso, según la guía de mantenimiento de la CCSS (2019, p. 4) la criticidad de los equipos que requieren mantenimiento se cataloga de la siguiente manera: la clasificación del recurso físico tiene como objetivo priorizar la asignación de recursos de mantenimiento, de acuerdo con el nivel de criticidad determinado para cada equipo (CCSS, 2019, p. 4). La clasificación por criticidad (A, B, C) para cada recurso físico, deberá utilizarse como criterio para la gestión de recursos de mantenimiento destinados a dichos equipos. Por lo tanto, se priorizará utilizar recursos financieros y humanos en la atención de labores de mantenimiento para el recurso físico o los componentes según la criticidad, siendo A el mayor grado de criticidad y C el menor. De igual manera, se dará prioridad al ingreso del recurso físico a los programas de mantenimiento preventivo.

En el caso de los equipos pertenecientes a un sistema electromecánico, tendrá prioridad la clasificación obtenida del sistema al que pertenece sobre la clasificación del equipo como elemento aislado. Con base en el resultado de la clasificación del recurso físico, según CCSS (2019, p. 5), se establece que:

- a) Aquel recurso físico que se clasifique como clase A, debe tener mayor prioridad en la incorporación a programas de mantenimiento preventivo (sea local o contratado) y a la asignación de recursos disponibles sobre los correspondientes para los recursos físicos clases B y C.
- b) El recurso físico que se clasifique como clase B, deberán tener mayor prioridad en la incorporación a programas de mantenimiento preventivo (sea local o contratado) y a la asignación de recursos disponibles sobre los correspondientes para los recursos físicos clase C.

De esta forma, se asigna la priorización de los mantenimientos a realizar, sin embargo, en el ámbito del mantenimiento es necesario entender que existen diferentes tipos del mismo a saber, basado en Prando (1996):

- a. **Mantenimiento correctivo:** Es el mantenimiento realizado con el fin de corregir una falla en el equipo, se clasifican en:
  - a. **No planificado:** Es el mantenimiento de emergencia, es decir que sucede cuando se presenta una falla total en un equipo, generalmente de alta criticidad.
  - b. **Planificado:** Ocurre cuando hay una falla parcial, sin embargo, para este mantenimiento por lo general se dispone de los repuestos y documentación técnica necesaria para abordar la problemática correctamente.
- b. **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

- a. Prevenir ocurrencia de fallas, mediante el control de las actividades por el tiempo de uso, se basa en la confiabilidad de los equipos.
- b. Detectar fallas antes que se desarrollen y generen paros operativos, está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

Finalmente, existen ciertas actividades realizables dentro de los procesos de planificación que facilitan determinar los servicios a realizar, esto a través del control de condición. Según Prando (1996, p. 20) corresponde a las mediciones periódicas de los componentes para determinar las condiciones de funcionamiento, con el fin de definir la necesidad de mantenimiento de los equipos. Asimismo, a parte de esta actividad y debido a la variabilidad del proceso, existen ciertos momentos en donde resulta factible la aplicación de los siguientes servicios:

- a. Mantenimiento de mejora: Consiste en modificaciones que se realizan a los equipos, con el fin de lograr una ventaja técnica y económica que permita reducir y simplificar las operaciones de mantenimiento.
- b. Mantenimiento de oportunidad: Se lleva a cabo al aprovechar el paro de algún equipo por diversos motivos, razón por la cual, se procede a realizar mantenimiento programado al equipo.

Igualmente, los indicadores claves para determinar la necesidad de mantenimiento de los equipos, aparte de la clasificación que se menciona anteriormente por la CCSS (2019), se asocian a una serie de conceptos que facilitan la estandarización de los servicios de mantenimiento. Tales nociones se describen a continuación:

- a. Confiabilidad: corresponde al tiempo promedio operativo entre fallas de un equipo.
- b. Mantenibilidad: es el lapso promedio requerido para reparar una falla ocurrida.
- c. Disponibilidad: se trata de una característica de un equipo que expresa la habilidad para operar sin problemas.

En relación, tales conceptos facilitan al encargado del área conocer las necesidades de mantenimiento de los equipos, aunado al tiempo de Mantenibilidad, le permite elegir el mejor momento para aplicar el mantenimiento como una oportunidad, sin embargo, el área de I&M no solamente brinda el servicio, sino que también solicita en forma de pedido de trabajo. Según Prando (1996, p. 19) es la solicitud de una tarea que debe ser ejecutada por mantenimiento, la cual es requerida por un departamento externo o por el mismo departamento y que se ingresa al sistema para la posterior concreción. Esta solicitud de trabajo, generalmente, se compone de una orden de labor que corresponde a un instructivo que indica a mantenimiento, y a los sectores operativos de mantenimiento, la tarea que debe de ser ejecutada. Para la ejecución de esta solicitud y cualquier otra ya sea planificada o no, es importante reconocer que cada equipo tiene datos técnicos concernientes a la cantidad de información referida de los datos de fabricación, repuestos, guías y planos del equipo.

De tal manera, una vez finalizados todos y cada uno de los servicios brindados, el sistema de planificación y control es el encargado de recibir procesar y emitir información relativa a la orden de trabajo ingresada. Por ende, algunos de los datos que se pueden apreciar en el informe que este genera

son los siguientes: datos sobre la falla, mano de obra ocupada y materiales utilizados en las tareas de mantenimiento.

Es trascendental destacar que, para lograr mayor eficiencia en el área de I&M, este proyecto se enfoca en determinar los requerimientos necesarios en cuanto a materia de mantenimiento se refiere, con el fin de determinar el momento preciso para realizar cada uno de los servicios que el área brinda.

### 1.5.3.Reingeniería de procesos

En cuanto a este concepto, para Ospina (2006, p. 94) la noción de reingeniería de procesos surge a razón del cambio en el mercado, debido a temas de globalización emerge la necesidad del rediseño de procesos, lo que involucra la alta gerencia y replantea las interacciones entre el proceso, la mano de obra y la tecnología. De esta forma, se idea una combinación que permita optimizar y reestructurar los procesos. Por ende, la aplicación de la reingeniería de procesos se debe hacer en el momento que el gerente de la organización detecte dentro de los procesos actividades que no generan valor al proceso y entorpecen la productividad del producto o servicio, para esto, la intervención de la tecnología dentro de la actividad permite eliminar trabas y hacer que el proceso sea más dinámico. Del mismo modo, ocurre cuando los clientes internos del proceso y los colaboradores logran identificar oportunidades de mejora.

Es por eso que, la reingeniería o reingeniería desde cero, implica volver a crear y configurar de manera radical todos los sistemas de la compañía, con el fin de lograr mejoras en los indicadores de estas, tales como: productividad, costos, tiempos de respuesta y calidad.

Con el fin de aplicar un proceso de reingeniería, se debe realizar un estudio en donde se realice un diagnóstico que permita identificar las necesidades más apremiantes de la organización. Tal análisis, parte de la definición de los objetivos y el alcance del proyecto, seguidamente, se estudian los actores, el flujo de información que posibilite estudiar la demanda, las tendencias y proyecciones de crecimiento de la empresa. Además, el flujo de los procesos de información documentada en los procesos estratégicos, sustantivos y de soporte, con el fin de determinar la situación actual y realizar contrastes durante y al final del proceso (Ospina, 2006, p. 95).

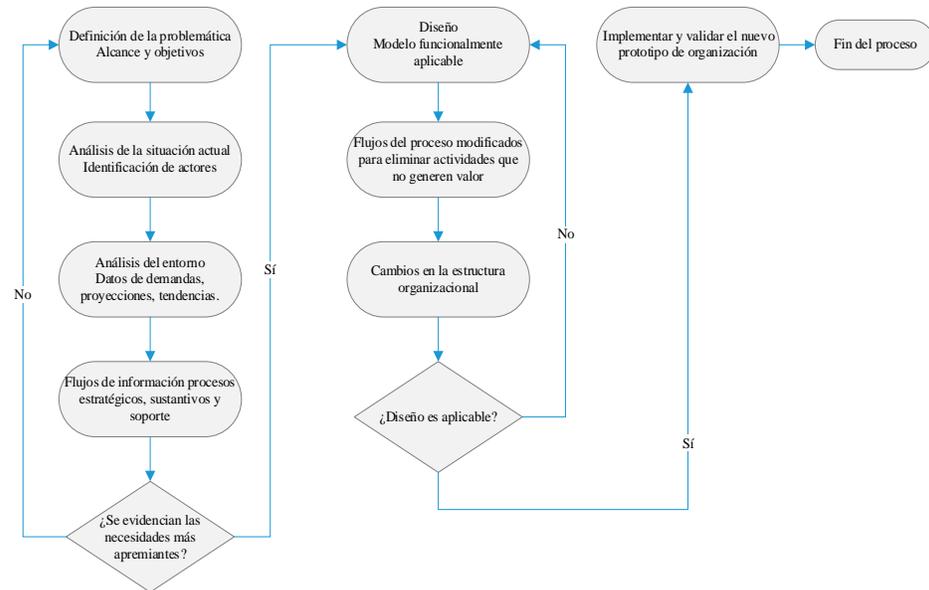
Posteriormente, en el diseño de la nueva organización, se crea un modelo que sea lo más funcionalmente aplicable y que tome en consideración las limitaciones. Para ello, los flujos del proceso se modifican al eliminar las actividades que no generan valor, adecuándose y creando nuevas funciones más ágiles y con menor grado de complejidad. En cuanto a los flujos de información, se define la nueva documentación con respecto a información, además, se asignan los responsables de esta, en este apartado se evalúa la utilidad del sistema de información actual y la necesidad de sustituirlo.

En cuanto a la organización, las modificaciones dentro de esta, en ocasiones, generan cambios en la estructura por lo que es adecuado delimitar el nuevo modelo organizacional al definir los perfiles, funciones y cultura organizacional.

Por último, en la etapa de implementación, se establece la puesta en marcha del prototipo de la nueva organización. Este constituye uno de los pasos más difíciles, dado que un cambio siempre genera

resistencia y en estos casos los colaboradores tienden a interpretarlo de mala manera. A modo de síntesis, el proceso de reingeniería se presenta en la Figura 5.

**Figura 5.**  
*Diagrama de flujo para la reingeniería de procesos*



*Nota.* Pasos para la aplicación de la reingeniería de procesos, adaptado de (Ospina, 2006, p. 95).

En el caso del área de I&M, se realiza un análisis de la organización, el entorno y el ámbito tecnológico (este último con mayor énfasis), con el fin potenciar el uso y optimizar el servicio al aplicar indicadores. Para tal efecto, el eje temático del proyecto corresponde a la reingeniería; tal y como lo menciona, esta se refiere al proceso destinado a remover los paradigmas existentes, para generar de manera creativa nuevas y radicales formas de realizar las actividades con la participación plena de todos los estratos de la organización, con ello, se busca una ventaja competitiva en los mercados (Lecovich, 2006, como se citó en Ospina, 2006, p 95). Cabe mencionar que, este método, se puede aplicar a nivel de procesos individuales o a toda la organización (Ospina, 2006 p.94); puesto que la reingeniería constituye una recreación y reconfiguración de las actividades y procesos de la organización.

#### 1.5.4. Gestión por procesos

Para estudiar el caso del departamento de mantenimiento, se debe mencionar la gestión por procesos, donde la administración de las actividades en mira del cliente se vuelve fundamental para cumplir las acciones de mantenimiento. Para ahondar en el tema, se parte de la definición de proceso, este concepto se refiere a “un conjunto de actividades relacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas (...) da lugar a una o varias salidas (...) con un valor añadido” (Maldonado, 2006 p. 7) Por consiguiente, un proceso agrupa un conjunto de acciones o tareas que tienen secuencia entre ellas, asimismo, el objetivo principal de la gestión es la satisfacción del cliente, quien espera la atención de una solicitud, por lo que se debe determinar qué procesos deben ser rediseñados, así como la prioridad y los puntos de control que permitan mejorar tales procesos.

Por otra parte, la gestión por procesos, busca la estandarizar las actividades. Según la Association of Business Process Management Professionals (2009, p. 43), la gestión de procesos se refiere a un conjunto de prácticas que tienen como objetivo modelar, analizar, diseñar y controlar los procesos de negocio de un extremo a otro en las organizaciones, alineándose a la estrategia adoptada. Por ello, se puede decir que la gestión por procesos se enfoca en los procesos de inicio a fin de una organización determinada, lo que establece un mapa de rutas o programa de trabajo que permite trazar las actividades interdependientes que van más allá de los límites por departamento, cuyo fin es agregar valor al cliente a través de una gestión eficiente de los principales procesos (Bachion Ceribeli, 2013 p. 110)

De este modo, se parte del hecho de que un proceso cuenta con entradas y salidas que, a la vez, implican un cliente; por ende, el sistema de gestión está orientado a agregar valor durante el proceso y debe velar por cumplir los requerimientos del cliente (interno o externo). En relación con ello, según Maldonado (2006, p. 8), la organización por procesos permite prestar más énfasis a la satisfacción del cliente, mediante una gestión integral eficaz y eficiente, así se produce una transición del sistema funcional al sistema de gestión por procesos.

Asimismo, en la gestión por procesos, se deben definir el o los responsables para cada actividad, con el fin de mantener un control, seguimiento y evaluación que mejore la eficiencia de este. Dado esto, cuando las organizaciones implementan la gestión por procesos, confían al colaborador (que es el responsable de las actividades) la gestión, quien, a raíz de la separación por divisiones individuales de cada departamento, a menudo trabaja para el encargado del área y no para el cliente. Es por eso que, para Maldonado (2006, p. 10), la gestión por procesos requiere el involucramiento y compromiso de los mandos medios y altos, de forma que el cambio presente mayor sinergia entre departamentos y apunte a satisfacer las necesidades del cliente.

Con respecto al proceso de servicio en el departamento de mantenimiento, sucede a partir de una entrada principal (orden de trabajo), un proceso de transformación (mantenimiento preventivo, correctivo o mejora del recurso físico) y una salida con valor añadido (orden de servicio finalizada). Para efectuar tal transformación, se precisan diversos pasos (tareas del proceso) e insumos con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente, por lo que, la gestión del mantenimiento juega un importante papel en mejorar la eficiencia general de una organización, al ayudar a mantener la continuidad y evitar los costosos tiempos de inactividad (Ardila, Ardila, & Rodríguez, 2016) Para esto, existen cinco pasos básicos a desarrollar en la gestión del mantenimiento cuya base es el trabajo planificado, estos se proceden a definir:

- a. Identificar la cantidad de activos que tiene la organización: En este apartado se determina la cantidad de equipos, cuáles de estos son críticos esto según la incidencia que tengan en el proceso o bien el costo asociado. Además, factores como la periodicidad, frecuencia de mantenimiento, rutinas y consumibles para ejecutar los procesos, estos son algunos de los insumos necesarios para la creación del siguiente apartado.
- b. Plan de mantenimiento: Se trata de la herramienta que permite garantizar el funcionamiento de los equipos, para esto es necesario tener capacidad operativa cantidad de horas hombre,

consumibles necesarios para ejecutar las rutinas de mantenimiento y un cronograma de mantenimiento con el detalle de los equipos y las ubicaciones de estos dentro del espacio físico.

- c. Mejora del plan de mantenimiento: Durante la ejecución del plan, es necesario que las actividades de supervisión sean orientadas a perfeccionar las actividades de mantenimiento. Dado a que, estas son fundamentales para garantizar que el plan de mantenimiento sea funcional y acorde a las necesidades de los equipos, para esto el apoyo en sistemas tecnológicos es fundamental, además, el uso de indicadores en este nivel permite verificar el cumplimiento de los objetivos del plan.
- d. Apoyo en las herramientas tecnológicas: En este apartado es necesario el uso de software para el control del mantenimiento, existen los denominados CMMS, sin embargo, un buen libro de Excel es una excelente herramienta para garantizar que las actividades que se realicen sean automatizadas y aseguren un sistema documentado.
- e. Análisis de la data: Las actividades de mantenimiento generan una gran cantidad de información, es por esto que, analizarla es de vital importancia para optimizar los procesos de mantenimiento, ya que, a partir de esta información se puede determinar costos, tiempos medios de reparación y fallas. De igual modo, estos datos permiten actualizar hojas de vidas de los equipos y, de esta forma, tener un control completo activo a activo en la organización.

#### 1.5.5. Mantenimiento basado en el riesgo

Con el fin de identificar qué equipos del hospital se deben de inspeccionar, mantener y establecer como prioritarios, es necesario determinar la frecuencia de mantenimiento y prever qué pieza será necesario reemplazar, consultando el manual del fabricante. Sin embargo, la OMS también sugiere referenciarse a los índices y recomendaciones que proporciona el Emergency Care Research Institute (ECRI) quien “ofrece Biomédica Benchmark, que incluye algunos instrumentos valiosos para la gestión de la tecnología médica, entre ellas la posibilidad de una evaluación comparativa detallada de las actividades de mantenimiento de equipos médicos” (World Health Organization, 2012 p. 8).

También, la Asociación para el Avance en Instrumentación Médica ofrece la AAMI's Benchmarking Solution, un instrumento de autoevaluación en línea para ingenieros clínicos, lo cual, resulta útil para la supervisión del desempeño, la evaluación de las mejores prácticas y la mejora de la eficiencia (World Health Organization, 2012 p. 8) Ambos sitios son de membresía de suscripción y pago, por lo que la organización mundial de la salud propone un índice ya preestablecido por la Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations basado en la metodología de riesgos del modelo de Fennigkoh-Smith (World Health Organization, 2012 p. 8).

Al mismo tiempo, la Organización de la salud sugiere una versión modificada del algoritmo de lógica difusa del modelo de Fennigkoh-Smith en la que se asignan valores numéricos a los parámetros en estudio. Con ellos, el departamento de ingeniería clínica debe identificar y seleccionar los dispositivos que es preciso registrar en el inventario y resolver cuáles de ellos se deben incluir en el programa de mantenimiento. Hay quienes prefieren registrar todos los equipos del centro (y es posible que algunos organismos gubernamentales así lo exijan), pero los estudios han demostrado que no es necesario incluir en el inventario, inspeccionar o mantener todos los equipos (World Health Organization, 2012 p. 9).

Igualmente, el modelo de Fennigkoh y Smith, propone determinar el número de gestión de equipos (GE), este se compone de tres variables donde cada categoría incluye subcategorías específicas a las que se asigna un determinado número de puntos. Para ello, los equipos se asignan a diferentes niveles de prioridad en función de los puntos totales obtenidos, la fórmula utilizada para calcular el número GE según World Health Organization (2012, p 29) es:

**Ecuación 2** = Gestión De Equipos

$$GE = \text{función} + \text{riesgo} + \text{mantenimiento requerido}$$

Variables de cálculo:

- a. Función del equipo: comprende diversas áreas en las que se usan los equipos terapéuticos, diagnósticos, analíticos y de otro tipo (Ver Tabla 4).
- b. Riesgo asociado a la aplicación clínica: refleja las posibles consecuencias para el paciente, usuarios y/o el equipo durante el uso (Ver Tabla 5).
- c. Requerimientos de mantenimiento: describe el grado y frecuencia del mantenimiento necesario con base a las indicaciones del fabricante o de la experiencia (Ver Tabla 6).

**Tabla 4.**

*Matriz de puntos para la función del equipo*

<b>Categoría</b>	<b>Función del equipo</b>	<b>Puntos</b>
	Soporte de vida	10
Terapéutico	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Terapia física y tratamiento	8
Diagnostico	Monitoreo quirúrgico y de cuidados intensivos	7
	Otros equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y el diagnóstico	6
	Laboratorio analítico	5
Analítico	Accesorios de laboratorio	4
	Sistema de cómputo y equipos asociados	3
Varios	Equipos relacionados con los pacientes y otros equipos	2

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

**Tabla 5.**

*Riesgo físico asociado con la aplicación clínica*

<b>Descripción del riesgo de uso</b>	<b>Puntos</b>
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el usuario	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Daños en el equipo	2
No se detectan riesgos significativos	1

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

**Tabla 6.***Requisitos del mantenimiento*

Requerimientos de mantenimiento	Puntos
Extensivo: calibración de rutina y reemplazo de partes	5
Superiores al promedio.	4
Promedio: verificación del desempeño y pruebas de seguridad.	3
Inferiores al promedio.	2
Mínimos: inspección visual.	1

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

De esta manera, al determinar el número de GE, se incluirán en el programa los equipos con un valor de 12 o superior y se programarán las inspecciones y el mantenimiento preventivos de todos ellos. Además, todos los equipos relacionados con la atención al paciente con fines terapéuticos, de supervisión, diagnóstico o análisis, que no se incluyan en el programa porque no han obtenido un valor de GE de 12 o más, se adjuntan en el inventario de equipos del hospital, pero, en ellos solo se cubrirán las tareas de reparación por falla o por atención de trabajo no planificado.

## 1.5.6. Clasificación de fallas

En cuanto a las fallas, estas se presentan cuando un equipo deja de cumplir con las funciones normales o presentan alteraciones o incapacidad de trabajo en algún componente del sistema. Según Castellanos (1995), estas se pueden clasificar de acuerdo con una serie de índices, tal y como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.***Clasificación de fallas*

Índice de clasificación	Tipos de fallas
Según el grado de influencia en la capacidad de trabajo:	Catastrófica
	Paramétrica
Según la influencia de fallas de otros elementos:	Independiente
	Dependiente
	Repentina
Según el carácter del proceso de aparición:	Gradual
	Estable
Según el tiempo de permanencia del estado fallado:	Temporal
	Intermitente
Según el momento en que se manifiesta:	De interrupción
	De bloqueo
Según la forma de detección:	Revelable
	Oculto
	Primaria
Según la naturaleza de origen o causas:	Secundaria
	Comando
	Modo común

*Nota. Disponibilidad y confiabilidad de sistemas industriales (Castellanos G. M., 1995).*

Es importante mencionar que, las fallas catastróficas conducen a la alteración de la capacidad de trabajo; a la vez, las fallas paramétricas son fallas parciales que reducen la capacidad de trabajo, pero no la interrupción total. Por otra parte, una falla dependiente o independiente se define si la falla impacta en otros elementos o el acontecimiento es aislado. Con respecto a una falla repentina o inesperada, sucede como consecuencia de una variación de los parámetros fundamentales de operación, es una falla que se presenta con aumento gradual de impacto suave, pero continuo, debido al envejecimiento y desgaste de los elementos de sistema. Con respecto a una falla estable, es aquella que se solventa solo con la reparación o sustitución del elemento. Asimismo, una falla temporal es la que se presenta de manera espontánea y desaparece sin intervención del mantenimiento, por lo general sucede por condiciones de trabajo anormales. De igual forma, las fallas intermitentes son aquellos errores temporales que se repiten con mayor frecuencia, lo que pone en evidencia la existencia de anomalías en las condiciones de trabajo.

Igualmente, aquellas fallas que ocurren durante la operación del equipo se denominan fallas de interrupción. Si la falla se presenta antes de la operación, es decir, si impide el arranque del equipo, se denomina falla de bloqueo. Además, se llama falla revelable a aquellas que son evidentes para el personal inmediatamente después de la ocurrencia, ya que los efectos impactan directamente en el funcionamiento correcto del sistema, por lo contrario, si la falla está presente pero no muestra ningún signo o impacto en el funcionamiento de la máquina se denomina falla oculta, pues permanece latente hasta el descubrimiento por el personal de mantenimiento o en condiciones de mayor estrés y fatiga que la evidencien.

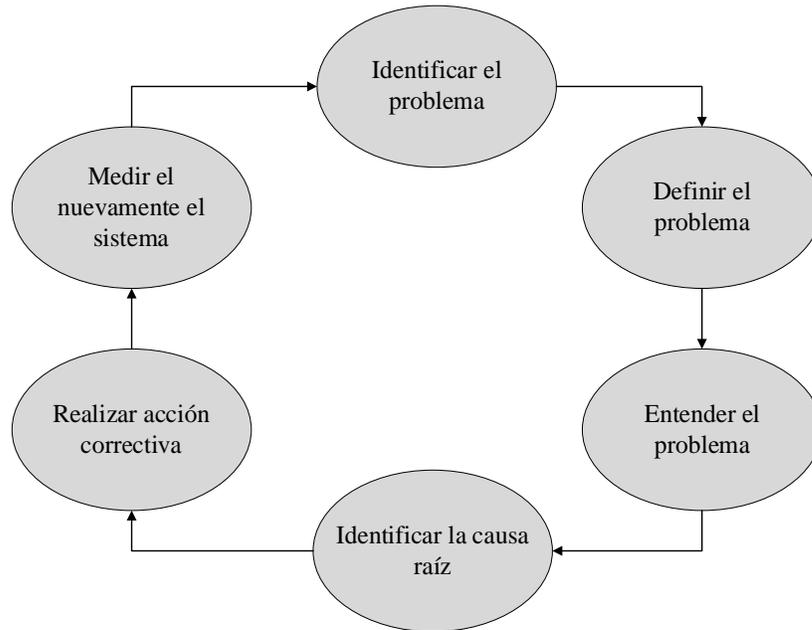
Asimismo, las fallas primarias son las que están relacionadas directamente con los elementos y partes internas del sistema y las secundarias son aquellas que se originan por condiciones ambientales o la fatiga excesiva impuesta por tensiones exteriores.

Del mismo modo, la imperfección de los procesos, tanto en los servicios como en la producción, pueden generar eventos no conformes durante la ejecución que los frenen o desvíen. Es por esto que, identificar correctamente la causa que origina estas desviaciones es un aspecto fundamental para la mejora continua. Para tal efecto, se da el análisis individualizado de cada proceso que permite implementar acciones correctivas y preventivas que las disminuyan o eliminen.

De forma que, queda en evidencia que realizar un análisis correcto de causa raíz es necesario, puesto que, según Ovalles, Gisbert y Pérez (2017), las organizaciones suelen responder a problemas con soluciones rápidas a medio término, sin embargo, depender de mejoras rápidas requiere que estas sean repetidas una y otra vez. Por ello, enfocarse en soluciones a corto plazo no es una receta para una mayor rentabilidad y crecimiento organizacional, para mejorar la eficiencia y rentabilidad, es necesario observar más allá de la superficie de la raíz del problema o situación, se requiere delimitar el efecto (el cual solamente es el síntoma) de un problema y deducir qué lo ha causado para implementar acciones que permitan erradicar la problemática. Por consiguiente, para lograr un análisis de causa raíz eficiente se deben de seguir los siguientes pasos de la Figura 6:

**Figura 6.**

*Pasos para el análisis de causa raíz*



*Nota.* Pasos para el análisis de causa raíz, adaptado de Ovalles, Gisbert y Pérez (2017).

Como se observa en la figura anterior, el primer paso para realizar un análisis de causa raíz es identificar el problema, en este punto inicial del análisis se plantea superficialmente el problema, seguidamente, se procede a analizarlo, para esto a la problemática identificada se le asocian los efectos que causa en dimensiones de tiempo y costo o cualquier otro espacio que afecte.

Luego, se procede a entender el problema, para esto se analiza información del proceso y la información relacionada al problema para utilizar las herramientas de análisis de causa raíz. Con el uso de estas herramientas, se identifica la causa raíz, es decir, a partir de los síntomas analizados se concluye cuál es la problemática que los origina. Finalmente, se aplican soluciones preventivas y correctivas según sea el caso, para que el proceso avance y en esta etapa se procede a monitorear el mismo para validar que la solución implementada haya sido eficaz. Para el caso de este proyecto, identificar adecuadamente los problemas del área de I&M permitiría aplicar acciones correctivas, al mismo tiempo, estas se encontrarán basadas en informaciones tales como normativas y reglamentos, de forma que sean eficaces y aplicables al departamento para, posteriormente, monitorearlas y verificar que el sistema se encuentre acorde a las expectativas del cliente.

#### 1.5.7. Cadena de valor

Con respecto a la cadena de valor, es la conformación de una serie de actividades que ocurren antes, durante y después de que se da el proceso o se brinda el servicio. Esta serie de actividades en conjunto fueron determinadas por Michael Porter, en el diseño de la cadena de valor para las organizaciones. Según Garralda (1999, p. 3), dentro del diseño Porter incluyó las siguientes actividades primarias relacionadas al producto o servicio:

- a. Logística de entrada: Actividades relacionadas a la recepción, inventario y distribución interna de los inputs del producto. Por ejemplo, control de inventarios de materias primas, solicitudes en un sistema informático, planificación de horarios.
- b. Operaciones: Actividades asociadas a la transformación de los inputs en el proceso final. Por ejemplo, ajuste, maquinado, empaquetado e igualmente para servicios sería autorización, ejecución, evaluación.
- c. Logística de salida: Actividades asociadas a la distribución final del producto o la evaluación final del servicio que se brinde. Por ejemplo, procesamiento de órdenes, estados de entrega.
- d. Marketing y ventas para servicios: Se trata de actividades dedicadas a crear necesidades en el cliente, para que este adquiera el servicio.
- e. Servicio: Son las actividades de soporte del servicio, actividades post ventas, que agregan valor al producto.

Respectivamente, Garralda (1999, p. 4), identifica como actividades de apoyo las siguientes:

- a. Aprovisionamiento: Son todas aquellas actividades dedicadas a proveer los inputs de entrada en el proceso.
- b. Desarrollo tecnológico: Se refiere a la intervención de los recursos tecnológicos que hacen más sencilla la ejecución de las actividades, este soporte se debe de incluir en cada actividad de valor para maximizar la eficacia.
- c. Gestión del recurso humano: Son las actividades dedicadas a la contratación del personal y el manejo de este, con esta se apoya las actividades primarias y es de vital importancia, debido a que este recurso incide directamente en el rendimiento de los procesos de la empresa, de forma que, si la capacidad resolutive no es la adecuada o suficiente se incurren en costos mayores.
- d. Infraestructura de la empresa: Actividades de la alta gerencia tales como la planificación, finanzas y elaboración de presupuestos.

Por lo tanto, para el departamento de mantenimiento, identificar la cadena de valor permite definir cuáles son las actividades que generan valor a los procesos de mantenimiento. Al mismo tiempo, las actividades localizadas, deben de recibir un tratamiento especial de forma que estas se cumplan a cabalidad, según las normativas y reglamentos de la CCSS, para que permitan garantizar al departamento de mantenimiento el alineamiento con la misión y la visión estratégica establecida. Por otra parte, identificar la posición de mantenimiento, con respecto a otros servicios del hospital, permite observar las necesidades de las unidades usuarias para este departamento.

## **1.6. Definiciones de mantenimiento**

Las principales definiciones de mantenimiento para al abordaje del proyecto son:

- a. Mantenimiento correctivo: se trata de un conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos o fallas imprevistas que se van presentando en los distintos elementos del recurso físico, este tipo de trabajos son solicitados de manera directa por las unidades usuarias CCSS (2021, p. 5).

- b. Mantenimiento preventivo: acciones destinadas a la confiabilidad, disponibilidad y cumplimiento de la vida útil del recurso físico, mediante la realización de rutinas periódicas. Este es programado de manera directa por la unidad de mantenimiento.
- c. Mantenimiento contratado: corresponde a una estrategia administrativa donde el centro decide contratar, de forma parcial o total, servicios a terceros para el mantenimiento predictivo, preventivo o correctivo, con el objeto de conservar y mantener el recurso físico CCSS (2021, p. 5).
- d. Mejoras del recurso físico: son todas aquellas actividades que tienen como propósito hacer cambios parciales en el recurso físico debido a las necesidades de los usuarios, la administración o para ajustarse al cumplimiento de la normativa vigente, sin que se incremente el área y sin modificar sustancialmente la funcionalidad de los recintos. Estas deben ser valoradas, priorizadas y aprobadas por el Servicio de Ingeniería y Mantenimiento de la Unidad CCSS (2021, p. 6).
- e. Proyectos de mantenimiento: se trata de las actividades de mantenimiento programadas que buscan la recuperación, puesta a punto, reconstrucción y renovación del recurso físico existente; sin embargo, estas no involucran un aumento del área a intervenir, ni modifican el tipo de servicio que se brinda. Estas son producto del deterioro avanzado o el agotamiento de la vida útil del recurso físico, por lo que buscan mantener la prestación continua de los servicios que brinda la institución CCSS (2021, p. 6).
- f. Proyectos de inversión: estas son actividades programadas de ingeniería o mantenimiento que se conciben para generar soluciones integrales en el recurso físico, debido a las nuevas necesidades de los usuarios, la administración o para ajustarse al cumplimiento de la normativa vigente. Estos comprenden: ampliaciones, remodelaciones, construcción, actualizaciones, y compra o reemplazo de equipos. Para tal tipo de trabajo se deberá cumplir con los procedimientos para nuevas inversiones establecidas a nivel institucional, utilizando el financiamiento en las partidas correspondientes a inversiones CCSS (2021, p. 7).
- g. Soporte técnico y de operación: en este contexto, se entiende como las actividades y procesos relacionados con la ingeniería y el funcionamiento de los establecimientos. Se incluyen dentro de estas actividades: gestión, monitoreo y control de las acciones relacionadas con la producción, suministro y control de calidad de insumos, tales como gases medicinales, agua (fría y caliente), aire acondicionado y electricidad. Asimismo, implica coadyuvar con la obtención de permisos y evaluaciones técnicas o ambientales requeridas ante las instancias correspondientes, para el cumplimiento de la normativa aplicable a los establecimientos de salud. Además, se relaciona con la realización de las gestiones que aseguren una adecuada eficiencia energética de las instalaciones CCSS (2021, p. 7).
- h. Asesoría técnica: son las que permiten la elaboración de ficha técnica, análisis de oferentes, seguimiento y supervisión de proyectos, así como capacitaciones técnicas CCSS (2021, p. 7).

### **1.7. Metodología general**

A continuación, se presenta la Tabla 8, la cual contiene la metodología que será utilizada para la elaboración del proyecto de graduación. Inmerso en esta, se definen las actividades, herramientas y resultados esperados por cada una de las etapas del proyecto que corresponden al diagnóstico, diseño y validación.

**Tabla 8.***Metodología general*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Resultados</b>
<i>I. Diagnóstico</i>	1.1 Determinación del estado actual del área de I&M	1.1.1 Mapeo de procesos - Análisis de causa raíz - Diagramas de Ishikawa	Mapeo del actual de los procesos sustantivos. Listado de metodologías establecidas por la CCSS y porcentaje de indicadores de control
	1.2 Determinación del diseño actual de los procesos sustantivos del área de I&M	1.2.1 Diagramas de flujo	Diagrama de los procesos de I&M
	1.3 Determinación del entorno actual del área de I&M	1.3.1 Diagrama SIPOC 1.3.2 Análisis de la cadena de valor	Listado de actividades del rol de mantenimiento en los servicios del HCLVV
	1.4 Determinación del funcionamiento actual de los procesos de I&M	1.4.1 Análisis de procesos 1.4.2 Análisis de actividades, tiempos y costos	Listado del detalle y caracterización de las falencias de la operación y necesidades de diseño
<i>I. Diagnóstico</i>	1.5 Revisión de la documentación de los lineamientos de ingeniería de la CCSS	1.5.1 Análisis de bases de datos SOCO. - Revisión de especificaciones técnica biomédicas	Listado y enumeración de los requerimientos y pasos para la realización de un plan de mantenimiento
	1.6 Identificación de la carga de trabajo del programa de mantenimiento	1.5.1 Análisis y cálculo de indicadores	Listado de las necesidades de mantenimiento sobre equipos y activos del HCLVV
	1.7 Determinación de la capacidad resolutive para el área de I&M	1.7.1 Contenido del trabajo. Estudio de capacidad y cálculo de indicadores.	Porcentaje de capacidad resolutive del área de I&M para abastecer los requerimientos de mantenimiento
	1.8 Revisión de la reglamentación del sistema institucional de mantenimiento de la CCSS y otras normativas aplicables.	1.8.1 Análisis documental	Listado de normativas aplicables y buenas prácticas a ejecutar por la unidad local
	1.9 Definición de los criterios, pautas y buenas prácticas en materia de mantenimiento	1.9.1 Priorización jerárquica multicriterio	Listado de los criterios de evaluación puntos críticos de control en la gestión del mantenimiento de la CCSS
	1.10 Evaluación del estado actual del avance en la gestión de mantenimiento	1.10.1 Índice de evaluación multicriterio	Listado de los principios metodológicos y líneas de diseño óptimas para el área de I&M

**Tabla 8.**  
*Metodología general (continuación)*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Resultados</b>
<i>II. Diseño</i>	2.1 Reconocimiento del inventario técnico del recurso físico del Hospital	2.1.1 Entrevistas no estructuradas con supervisores y jefe de mantenimiento	Base documental del universo de trabajo, la clasificación y ubicación espacial
		2.1.2 Revisión documental de manuales y guías de mantenimiento	
		2.1.3 Procedimiento de reconocimiento del universo de trabajo de mantenimiento (PRUT)	
		2.1.4 Introducción a la gestión de inventario de equipo médico - (herramienta técnica de la OMS)	
	2.2 Rediseño del programa de mantenimiento del recurso físico	2.2.1 Métodos de CCSS para la determinación de capacidad de respuesta.	Programa de mantenimiento preventivo por sub área
		2.2.2 Métodos estándares de la gestión de procesos.	Catálogo de mantenimiento de rutina para equipo médico
		2.2.3 Métodos estándares del control de actividades.	
		2.2.4 Guía para la elaboración de programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de CCSS	Herramienta de planificación y control del cronograma de mantenimiento preventivo
		2.2.5 Metodología Kanban para el control de procesos	
	2.3 Diseño de un módulo para calcular el índice de gestión del equipo	2.3.1 Análisis del riesgo físico basado en la aplicación clínica	Herramienta de priorización por criticidad para el mantenimiento preventivo de equipos
2.3.2 Evaluación del índice de gestión del equipo		Base documental de criticidad y periodicidad de mantenimiento preventivo para los equipos	

**Tabla 8.***Metodología general (continuación)*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Resultados</b>
<i>III. Validación</i>	3.2 Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto	3.1.1 Primer indicador de éxito del proyecto (Índice de mantenimiento preventivo)	Cronogramas de mantenimiento y asignar órdenes de trabajo
	3.3 Demostración de las mejoras obtenidas del diseño en el departamento de mantenimiento	3.3.1 Segundo indicador de éxito del proyecto (Nivel de cumplimiento de la gestión de mantenimiento)	
	3.2 Demostración de la validez y los beneficios obtenidos al implementar las propuestas	3.2.1 Determinación de la percepción del personal sobre el diseño propuesto	Resultado de validación por los actores involucrados
	3.4. Demostración del uso de buenas prácticas en la gestión del mantenimiento	3.4.1 Control de los resultados de mantenimiento mediante la herramienta SPCM	Nivel de implementación de la propuesta del programa de mantenimiento
	3.5. Demostración de la factibilidad de las soluciones propuestas	3.5.1 Indicadores, encuestas 3.5.2 Análisis económico	Monto de la validación financiera de beneficios obtenidos

## 1.7.1. Cronograma de actividades

Seguidamente, la Tabla 9 presenta las actividades por etapa del proyecto, aunado a los tiempos estimados para la ejecución de estas.

**Tabla 9.***Cronograma de actividades*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<i>I. Diagnóstico</i>	1.1 Determinación del estado actual del área de I&M	1 semana
	1.2 Determinación del diseño actual de los procesos sustantivos del área de I&M	1 semana
	1.3 Determinación del entorno actual del área de I&M	1 semana
	1.4 Determinación del funcionamiento actual de los procesos de I&M	1 semanas
	1.5 Revisión de la documentación de los lineamientos de ingeniería de la CCSS	2 semanas
	1.6 Identificación de la carga de trabajo del plan de mantenimiento	2 semanas
	1.7 Determinación de la capacidad resolutoria para el área de I&M	4 semanas
	1.8 Revisión de la reglamentación del sistema institucional de mantenimiento de la CCSS y otras normativas aplicables	2 semanas
	1.9 Definición de los criterios, pautas y buenas prácticas en materia de mantenimiento	2 semanas
	1.10 Evaluación del estado actual del avance en la gestión de mantenimiento	4 semanas
<i>II. Diseño</i>	2.1 Reconocimiento del inventario técnico del recurso físico del Hospital	5 semanas
	2.2 Rediseño del programa de mantenimiento del recurso físico	6 semanas
	2.3 Diseño de un módulo para calcular el índice de gestión del equipo	6 semanas
<i>III. Validación</i>	3.1 Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto	4 semanas
	3.2 Demostración de las mejoras obtenidas del diseño en el departamento de mantenimiento	4 semanas
	3.3 Demostración de la validez y los beneficios obtenidos al implementar las propuestas	2 semanas
	3.4. Demostración del uso de buenas prácticas en la gestión del mantenimiento	4 semanas
	3.5. Demostración de la factibilidad de las soluciones propuestas	2 semanas



## Capítulo II. Diagnóstico

### 2.1. Objetivo general

Caracterizar los procesos sustantivos del área de I&M, identificando los actores e insumos que intervienen en el proceso, con el fin de medir y determinar el nivel de cumplimiento de la gestión de mantenimiento en cuanto a normativas y reglamentos aplicables, así como los índices de mantenimiento necesarios para asegurar el buen funcionamiento del área

#### 2.1.1. Objetivos específicos

- Identificar los insumos tangibles e intangibles de entradas y salidas del proceso, así como la descripción y caracterización del comportamiento de las actividades y tareas que componen los procesos del área.
- Identificar y determinar la carga de trabajo asociada al programa de mantenimiento y la capacidad resolutive del departamento para cumplir con el programa.
- Verificación de las normativas aplicables a la gestión del mantenimiento para el establecimiento de los puntos críticos de evaluación que debe de cumplir el área I&M, para entregar oportunidades de mejora.

### 2.2. Metodología de abordaje para el diagnóstico

La Tabla 10, corresponde a la metodología de trabajo a utilizar en el diagnóstico, para esta etapa se definen los objetivos actividades a realizar, además, se asocia a una serie de herramientas que permiten obtener conjeturas precisas del estado actual de los procesos del área de I&M.

**Tabla 10.**

*Metodología del diagnóstico*

Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultados
Identificar los insumos tangibles e intangibles de entradas y salidas del proceso, así la descripción y caracterización del comportamiento de las actividades y tareas que componen los procesos del área	Determinación del estado actual del área de I&M	Mapeo de procesos - Análisis de causa raíz - Diagramas de Ishikawa	Mapeo del actual de los procesos sustantivos. Listado de metodologías establecidas por la CCSS y porcentaje de indicadores de control
	Determinación del diseño actual de los procesos sustantivos del área de I&M	Diagramas de flujo	Diagrama de los procesos de I&M
	Determinación del entorno actual del área de I&M	Diagrama SIPOC Análisis de la cadena de valor	Listado de actividades del rol de mantenimiento en los servicios del HCLVV
	Determinación del funcionamiento actual de los procesos de I&M	Análisis de procesos Análisis de actividades, tiempos y costos	Listado del detalle y caracterización de las falencias de la operación y necesidades de diseño

**Tabla 10.***Metodología del diagnóstico (continuación)*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Resultados</b>
Determinar la carga de trabajo asociada al plan de mantenimiento y la capacidad resolutive de la unidad local de I&M	Revisión de la documentación de los lineamientos de ingeniería de la CCSS	Análisis de bases de datos SOCO. - Revisión de especificaciones técnica biomédicas	Listado y enumeración de los requerimientos y pasos para la realización de un plan de mantenimiento
	Identificación de la carga de trabajo del programa de mantenimiento	Análisis y cálculo de indicadores	Listado de las necesidades de mantenimiento sobre equipos y activos del HCLVV
	Determinación de la capacidad resolutive para el área de I&M	Contenido del trabajo. Estudio de capacidad y cálculo de indicadores	Porcentaje de capacidad resolutive del área de I&M para abastecer los requerimientos de mantenimiento
Verificación de las normativas aplicables a la gestión del mantenimiento y aspectos reglamentarios que debe de cumplir el área I&M, para validar el estado de la evolución de la gestión del mantenimiento	Revisión de la reglamentación del sistema institucional de mantenimiento de la CCSS y otras normativas aplicables	Análisis documental	Listado de normativas aplicables y buenas prácticas a ejecutar por la unidad local
	Definición de los criterios, pautas y buenas prácticas en materia de mantenimiento	Priorización jerárquica multicriterio	Listado de los criterios de evaluación puntos críticos de control en la gestión del mantenimiento de la CCSS
	Evaluación del estado actual del avance en la gestión de mantenimiento	Índice de evaluación multicriterio	Listado de los principios metodológicos y líneas de diseño óptimas para el área de I&M

### 2.3. Desarrollo de los objetivos del diagnóstico

#### 2.3.1. Determinar el diseño actual de los procesos del área de I&M

Objetivo 1: Identificar los insumos tangibles e intangibles de entradas y salidas del proceso, así como la descripción y caracterización del comportamiento de las actividades y tareas que componen los procesos del área.

##### 2.3.1.1. Caracterización de los procesos sustantivos del área de I&M

Acorde a la esencia de este capítulo, un buen diagnóstico parte de identificar y caracterizar los procesos bajo estudio, para determinar los tiempos de ejecución y cuellos de botella presentes en el mismo. Esto, con el objetivo de identificar la capacidad del sistema, razón por la cual se procede a realizar la respectiva revisión documental establecida por la CCSS, que debe de ejecutar el área de I&M. De la revisión documental realizada, se obtiene que los tres macroprocesos que se llevan a cabo en el área corresponden a:

- a. Proceso de mantenimiento correctivo.
- b. Proceso de mantenimiento preventivo.
- c. Proceso de mejoras del recurso físico.

Aparte de estos macroprocesos, existe un proceso paralelo al de mantenimiento que no es realizado con el recurso propio del área de I&M, pero requiere de planificación, supervisión y acompañamiento. Asimismo, este proceso se denomina mantenimiento contratado, el cual se lleva a cabo bajo la

estrategia de la contratación. Tiene como objetivo principal conservar y mantener el recurso físico del área, para esto el mantenimiento puede ser parcial o total y es realizado por una empresa externa a la CCSS que se adjudica por medio de la contratación administrativa. Durante la ejecución de este proceso, la injerencia del departamento de mantenimiento consiste en realizar un acompañamiento y supervisión del trabajo realizado, con el objetivo de garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos y el cumplimiento de las rutinas que se encuentran bajo esta modalidad.

Para este proceso se requiere de planificación, supervisión y acompañamiento, lo cual limita la disponibilidad de horas hombre, por esta razón, el SIGMI ha contemplado estas necesidades dentro de la normativa y establece que el mantenimiento contratado genera una carga de trabajo que se estima en un porcentaje del 12,5% del tiempo total contratado, en el caso de las sub áreas de electromecánica y obra civil; a la vez, para la sub área de equipo médico, la carga de trabajo corresponde a un 50% del tiempo contratado. Cabe recalcar que, los equipos con contrato parcial, son completados en la totalidad de actividades por la sub área correspondiente.

De forma que, se procede con el estudio de estos macro procesos en donde se tiene como objetivo detallar la forma en que se realizan las diferentes actividades y tareas, en cuanto a la ejecución de los procesos de mantenimiento se refiere. Con el propósito de lograr un estudio robusto, se realiza inicialmente una revisión documental basada en los diagramas de flujo existentes en el departamento y fichas de proceso, acompañada de entrevistas y visitas en los diferentes talleres y departamentos de supervisión. Igualmente, se busca identificar el procedimiento de ejecución de cada uno de los procesos y realizar un contraste mediante entrevistas, tanto en los talleres como en los departamentos de supervisión del área, que permita identificar el nivel de cumplimiento por parte de los actores involucrados con la metodología de trabajo y, del mismo modo, identificar oportunidades de mejora en los procesos.

En ese sentido, una vez finalizada esta serie de visitas, entrevistas y diálogos en el área de estudio, se obtiene la información necesaria para la actualizar los procesos, tanto en los diagramas de flujo, para el cual se utiliza la normativa American National Standards Institute (ANSI), como para las fichas de proceso. Este último, utiliza la norma ISO 9001 que establecen un formato en donde se incluyen tanto el diagrama de flujo, así como los actores involucrados en el proceso en donde se observan los clientes, insumos y proveedores que interactúan en el proceso y que son los responsables de la fluidez del mismo. Por lo tanto, toda esta información permite generar una ficha de procesos simples e interactivos donde se puede identificar cada uno de los actores y el rol que ejercen en el proceso. Este formato se adjunta en el Apéndice 2.

Finalmente, dicha actualización que se compone de diagramas de flujo, mapa de procesos y las respectivas fichas, se presenta tanto a la gerencia de mantenimiento como a los departamentos de supervisión, para que estos realicen el contraste de la documentación con el contexto actual y se aprueben las modificaciones realizadas. A partir del análisis realizado de las fichas de procesos, diagramas de flujo e identificación de los actores del proceso, se tiene una mayor perspectiva del área en estudio y se procede a detallar cada uno de los macro procesos del área. Sin embargo, es importante considerar que todos los procesos analizados cumplen las siguientes características:

- a. La jornada laboral es de lunes a viernes de 7:00 horas hasta las 16:00 horas, con excepción del viernes, ya que el fin de labores es a las 15:00 horas.

- b. Todas las órdenes de trabajo tanto preventivas, correctivas, así como las mejoras del recurso físico deben de tramitarse mediante el sistema SOCO, sin excepción, ninguna orden de trabajo puede realizarse sin utilizar esta herramienta.
- c. La bodega de repuestos de mantenimiento tiene un stock limitado a la planificación de repuestos y el área depende de un presupuesto para la compra de estos.

Con respecto a la disponibilidad de ampliar el horario de trabajo, el departamento de mantenimiento no emplea horas extras para el cumplimiento de tareas que no se hayan logrado finalizar durante la jornada ordinaria, sin embargo, para excepciones muy puntuales, como en actividades de soporte, cuando el departamento de mantenimiento u otra unidad usuaria lo requiera, dichas horas son tramitadas y aprobadas para ese fin.

Lo anterior, corresponde a las características de los procesos de mantenimiento y, seguidamente, se procede a detallar cada uno de ellos. Una vez realizada la descripción de cada proceso, se utiliza la norma American Society of Mechanical Engineers conocida por las siglas en inglés como (ASME). Esta norma permite clasificar las tareas en actividades específicas y sencillas de identificar, tales como: operación, inspección, transporte, almacenamiento y operaciones combinadas de cualquiera de las anteriores (Benjamín, 2015). A continuación, se muestra el detalle de cada proceso del área de I&M.

#### 2.3.1.2. *Detalle del proceso de mantenimiento correctivo*

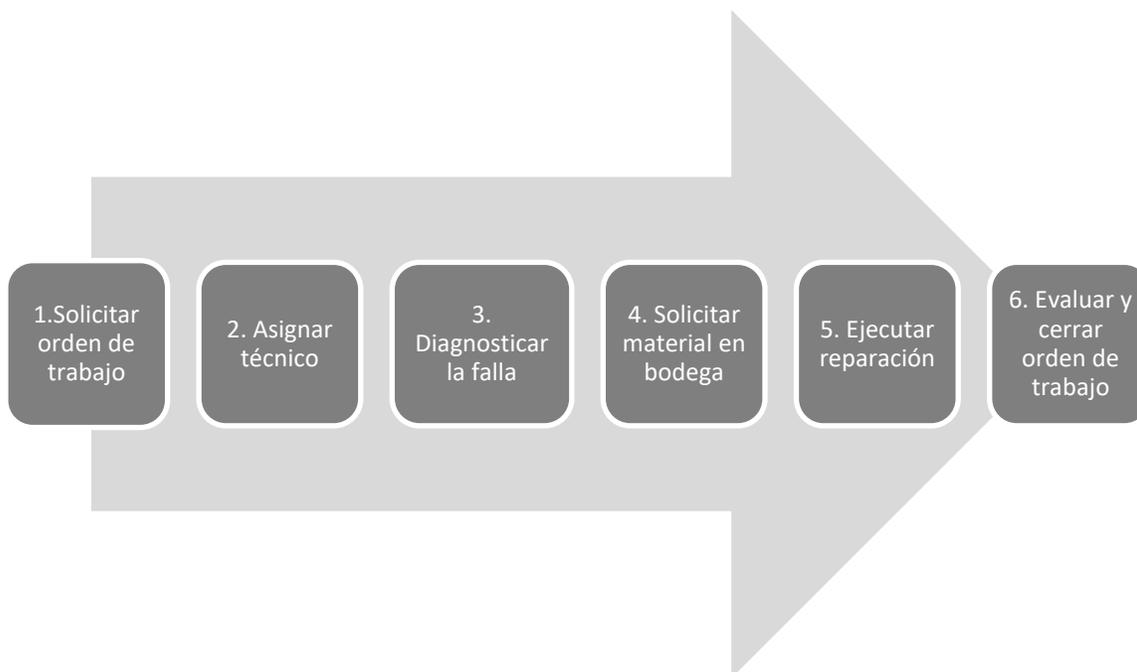
El proceso de mantenimiento correctivo tiene una serie de actores que se encuentran separados físicamente y que pertenecen a campos de acción distintos. Este inicia en las diferentes unidades usuarias, cuando una de ellas percibe un comportamiento anormal de un equipo necesario para la realización de un procedimiento (equipo médico), electromecánico, equipo necesario para la utilización del equipo médico (instalaciones eléctricas) o recurso físico (infraestructura).

Asimismo, la unidad usuaria por medio del sistema SOCO envía una solicitud de trabajo al departamento encargado de corregir la problemática, dicha solicitud es recibida por el supervisor de mantenimiento, el cual es el encargado de asignar los técnicos responsables de ejecutarla; seguidamente, el técnico debe de realizar una valoración en el sitio de trabajo y reportarse con la supervisión de mantenimiento para solicitar el material requerido para la reparación. A la vez, el supervisor encargado de cada taller autoriza la salida del material y finalmente el técnico se traslada al lugar a realizar la atención y/o reparación del equipo.

Una vez finalizada la reparación, el técnico debe completar y cerrar la solicitud de trabajo e indicar una breve descripción de la reparación realizada, además del material empleado. También, debe registrar el tiempo utilizado para ejecutar la labor en el sistema SOCO; una vez finalizadas estas anotaciones, la solicitud de trabajo se reenvía a la unidad usuaria solicitante para que califique el trabajo requerido, se cierra la orden con el estado de finalizado y aprobado. Se muestra una síntesis de este proceso en la Figura 7.

**Figura 7.**

*Diagrama de nivel cero de actividades de mantenimiento correctivo*



Respecto a la descripción anterior, corresponde a la secuencia ideal en la que se dan las actividades pertenecientes al proceso de mantenimiento correctivo. Sin embargo, dado el diverso entrelazamiento de actores con actividades presentes en el proceso y, que estos, además de las funciones de mantenimiento realizan otras actividades pertenecientes al campo de acción, provoca que se produzcan atrasos o tiempos de espera al realizar los procesos dependientes que requieren de un flujo de información continuo para ejecutarse. Algunas de las características son las siguientes:

#### *2.3.1.3. Demoras que se presentan en el proceso de mantenimiento correctivo*

En este caso, debido a la variabilidad de funciones que realizan los actores encargados del proceso de mantenimiento, se presentan una serie de demoras en el proceso, las cuales se enlistan a continuación:

Primero, en la creación de una solicitud de trabajo, existe la posibilidad de que una unidad usuaria asigne de forma errónea a un taller. Esto se da porque el usuario identifica de forma errónea la problemática o falla en el equipo, lo que provoca que el técnico realice una visita al sitio sin lograr reparar la avería al no ser del campo de conocimiento, por lo cual, dicha solicitud de trabajo debe de ser reasignada al departamento correcto.

Segundo, otro posible caso corresponde al momento de realizar el análisis preliminar de la falla, en la que el técnico determina la cantidad de materiales y/o repuestos necesarios para llevar a cabo la reparación solicitada. Para esto, el área en donde se realizará el trabajo debe estar completamente despejada, sin la presencia de usuarios y el encargado de la oficina debe estar presente para permitir al técnico el ingreso al sitio. Por lo tanto, la ausencia del encargado representa una demora en el proceso, lo mismo sucede con los supervisores encargados de cada uno de los talleres quienes por las características del cargo, deben desplazarse por toda la institución. Sin embargo, uno de los aspectos

fundamentales en el flujo de actividades para la realización de los mantenimientos, es la autorización de la salida de material, sin dicha autorización el técnico no puede solicitar el material en bodega, lo cual representa otra demora en el proceso.

Finalmente, una vez completada la reparación el técnico de mantenimiento debe de llenar la boleta y enviarla a la unidad solicitante para que este realice la calificación del trabajo, un aspecto importante para la mejora continua, sin embargo, en pocos casos las jefaturas de las unidades solicitantes envían alguna observación sobre el servicio brindado.

Debido a que estas características son inherentes al proceso de mantenimiento, la CCSS ha asignado un factor de un 5% del tiempo de mantenimiento para suplir las esperas que se presentan en el proceso. A continuación, en la Tabla 11 se muestran las características más comunes dadas en el proceso de mantenimiento correctivo. Se detalla la distribución y el peso porcentual de cada de las actividades en el proceso.

**Tabla 11.**

*Distribución de actividades para el proceso de mantenimiento correctivo*

<b>Distribución de actividades en el proceso</b>	<b>Porcentaje de participación</b>
Operación	60%
Inspección	5%
Transporte	20%
Espera	5%
Operación combinada generar informe	5%
Operación combinada decisión efectuar una autorización	5%

*Nota.* Elaboración propia, con datos de la *Guía para la elaboración del plan de mantenimiento de las unidades de la CCSS* (2015), de la dirección de mantenimiento institucional.

De acuerdo con la Tabla 11 se tiene que, para el proceso de mantenimiento correctivo, las actividades que generan valor corresponden a operación, inspección, generación de informes y la autorización de salida de material con una incidencia del 75% del tiempo asignado para este proceso. Las actividades que no generan valor corresponden a las esperas presentes en el proceso y los recorridos que se deben realizar desde el sitio de trabajo hasta el departamento de mantenimiento para realizar la solicitud de material al supervisor y, posteriormente, retirar en la bodega los materiales necesarios para ejecutar la reparación.

#### 2.3.1.4. *Detalle del macroproceso de mantenimiento preventivo*

El mantenimiento preventivo, es un proceso que requiere un trabajo previo para la ejecución y, aunado a ello, una serie de insumos tales como rutinas de mantenimiento, inventario de consumibles y disponibilidad de horas hombre. Es por esto que, el proceso de mantenimiento preventivo inicia en los departamentos de supervisión de las diferentes sub áreas, en donde el supervisor crea un cronograma de atención de equipos basado en la clasificación de estos, según la criticidad de los equipos (A, B, C) establecida por la CCSS (2019, p. 7). Asimismo, en la guía del establecimiento del programa de mantenimiento en el Anexo 2, se muestra un resumen del cronograma de trabajo de la

sub área de equipo médico. Este cronograma contiene la cantidad de equipos que considera el plan, los técnicos responsables de ejecutar las rutinas de mantenimiento y los consumibles requeridos. De igual forma, este proceso demuestra una serie de variantes en cuanto al mantenimiento correctivo, ya que en este caso no se realizará el diagnóstico de una falla, por el contrario, se implementarán acciones que permitan mitigar la aparición de estas. Para tal objetivo, el supervisor de cada sub-área asigna a un técnico para que este realice las labores de mantenimiento preventivo, basado en las rutinas de mantenimiento establecidas por la Dirección de Equipamiento Institucional (DEI), para ver el detalle de estas rutinas de mantenimiento se adjunta el Anexo 3.

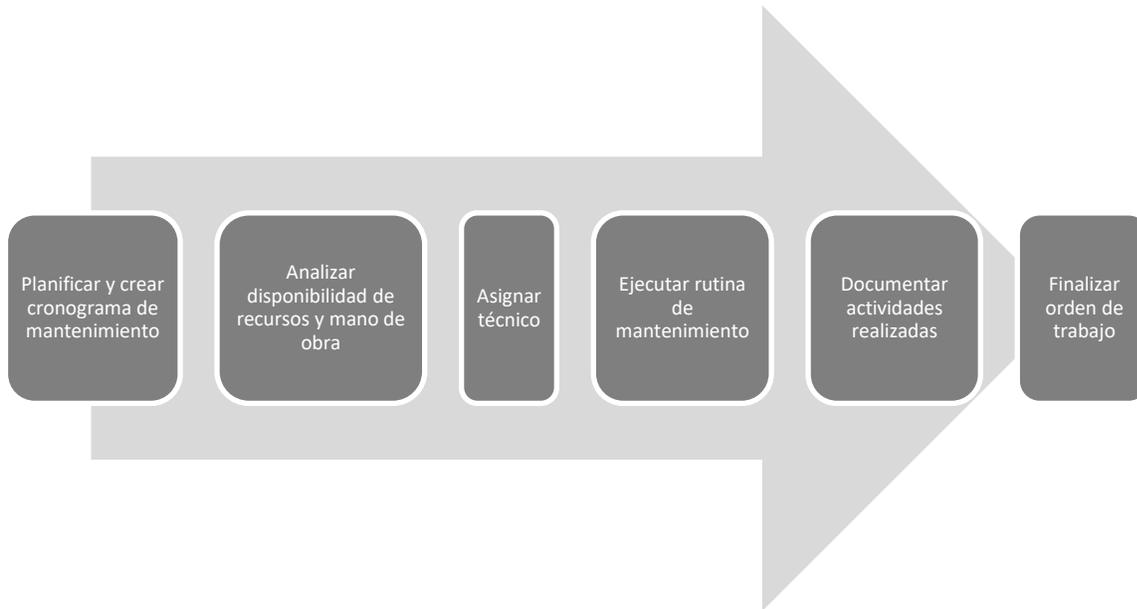
Seguidamente, el técnico asignado se desplaza hasta la ubicación del equipo e inicia las labores del mantenimiento, en el caso de que el técnico determine que es necesario realizar algún cambio en repuestos, debe de dirigirse al sistema SOCO y solicitar al supervisor la salida de material para realizar el reemplazo.

En última instancia, una vez completado el proceso de mantenimiento, el técnico llena la boleta electrónica y marca la orden con el estado de finalizada, luego el supervisor de la sub área debe de revisar el detalle del trabajo realizado y calificarlo. Si el supervisor está de acuerdo con la labor completada, se aprueba y cierra la orden, no obstante, en caso contrario este puede solicitar una nueva intervención en el equipo. Al igual que la situación descrita para el mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo presenta las mismas características en cuanto a demoras, debido a que los actores implicados en el proceso no varían de un proceso a otro.

A continuación, en la Figura 8 se presenta un cuadro resumen de las actividades que componen el proceso de mantenimiento preventivo. El proceso requiere de mayor cantidad de insumos para la ejecución, en contraposición con el mantenimiento correctivo. Para el mantenimiento correctivo, las actividades críticas corresponden al diagnóstico y solicitud de material en bodega, de no cumplirse cualquiera de estas diligencias, ya sea porque no hay repuestos en bodega o bien porque el diagnóstico realizado no fue correcto, el resultado final del servicio corresponde a un equipo con problemas de funcionamiento. No obstante, el mantenimiento preventivo posee actividades críticas en cada una de las etapas que lo componen, por lo que el no cumplimiento de algunas de ellas reduce la posibilidad de que los equipos reciban el mantenimiento correspondiente.

### Figura 8.

Diagrama de nivel cero de actividades de mantenimiento preventivo



En síntesis, en la etapa de planificación, la disponibilidad de recursos en cuanto a consumibles y repuestos, así como la capacidad en horas hombre, son aspectos críticos para llevar a cabo la programación de actividades para posteriormente ejecutarlas. En cuanto a la etapa de ejecución, es necesario utilizar las rutinas de mantenimiento, dado a que, corresponden al instructivo que va a indicar al técnico qué actividades debe de realizar para asegurar que el mantenimiento brindado sea acorde a las necesidades de los equipos. De forma que, para continuar con el estudio de este proceso, es necesario entender como las sub áreas llevan a cabo las actividades de planificación que corresponde a la base del mantenimiento preventivo. Para esto, se diseña una entrevista que es evaluada con los supervisores de cada sub área. Cabe mencionar que, el formulario utilizado se puede observar en el Apéndice 3 en la Figura A 3.1.

Por otra parte, de la ejecución de la entrevista, se dedujo que existen problemáticas constantes en el área, las cuales impiden llevar a cabo la planificación de las actividades e incluso la ejecución de las mismas. Además, los supervisores mencionan que llevan a cabo tareas distintas y constantes que les impiden realizar la planificación del mantenimiento preventivo, aunado a ello, manifiestan que existe una gran cantidad de órdenes correctivas que impiden la ejecución del mantenimiento preventivo siendo esta la mayor problemática presente en el área según la opinión del entrevistado. Para ahondar más en tales aspectos, se realiza un análisis más detallado en el apartado referente al estudio causal, con el objetivo de comprender mejor la problemática planteada.

De igual manera, se encontraron hallazgos ligados a la programación de las actividades entre las distinta sub áreas, debido a que, la sub área de equipo médico posee un manual completo de rutinas de mantenimiento para los equipos, diseñado por el SIGMI, para ello ver Anexo 4. Catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico, sin embargo, la sub área de obra civil carece de un

manual estandarizado para programar las actividades de mantenimiento preventivo, el mismo caso se presenta para la sub área de electromecánica.

Por lo tanto, dichas sub áreas, han diseñado y documentado las rutinas de mantenimiento preventivo de acuerdo a la criticidad de los equipos, basándose en la experiencia del supervisor y el apoyo del personal técnico, así como en recomendaciones de los fabricantes que se encuentran en los manuales de uso de los equipos del hospital.

No obstante, al igual que ocurre en el proceso de mantenimiento correctivo, las demoras en este se consideran inherentes al mismo, por lo cual, se utiliza el mismo factor de un 5% para suplir las esperas que se presenten en el proceso. A continuación, se detalla la distribución porcentual del proceso de mantenimiento preventivo en la Tabla 12.

**Tabla 12.**

*Distribución de actividades para el proceso de mantenimiento preventivo*

<b>Distribución de actividades en el proceso</b>	<b>Porcentaje de participación</b>
Operación	50%
Inspección	20%
Transporte	10%
Espera	5%
Operación combinada, generar informe	10%
Operación combinada, decisión efectuar una autorización	5%

*Nota.* Elaboración propia, con datos de la *Guía para la elaboración del plan de mantenimiento de las unidades de la CCSS* (2015), de la dirección de mantenimiento institucional.

De acuerdo con la tabla anterior, se concluye que el proceso de mantenimiento preventivo posee un mayor aprovechamiento del tiempo, las actividades que no generan valor corresponden al 15% del total. Tal información, denota que para este proceso las actividades de inspección poseen mayor peso, además, las actividades de documentación generan gran aporte a la etapa de control, lo cual es un requisito fundamental para lograr el avance en la gestión del mantenimiento.

#### 2.3.1.5. *Detalle del mantenimiento direccionado a mejoras del recurso físico*

Este proceso de mantenimiento inicia con las diferentes unidades usuarias que por medio del sistema SOCO solicitan realizar un cambio parcial o total en el equipo médico, industrial o infraestructura o bien una combinación de estos. En efecto, la orden emitida llega al departamento de supervisión requerido, el cual asigna al técnico para que realice una inspección inicial sobre el cambio solicitado. Una vez finalizada la inspección, el técnico regresa al departamento de supervisión para solicitar el material necesario mediante el sistema SOCO, así el supervisor aprueba la salida del material y el técnico puede retirarlo en bodega.

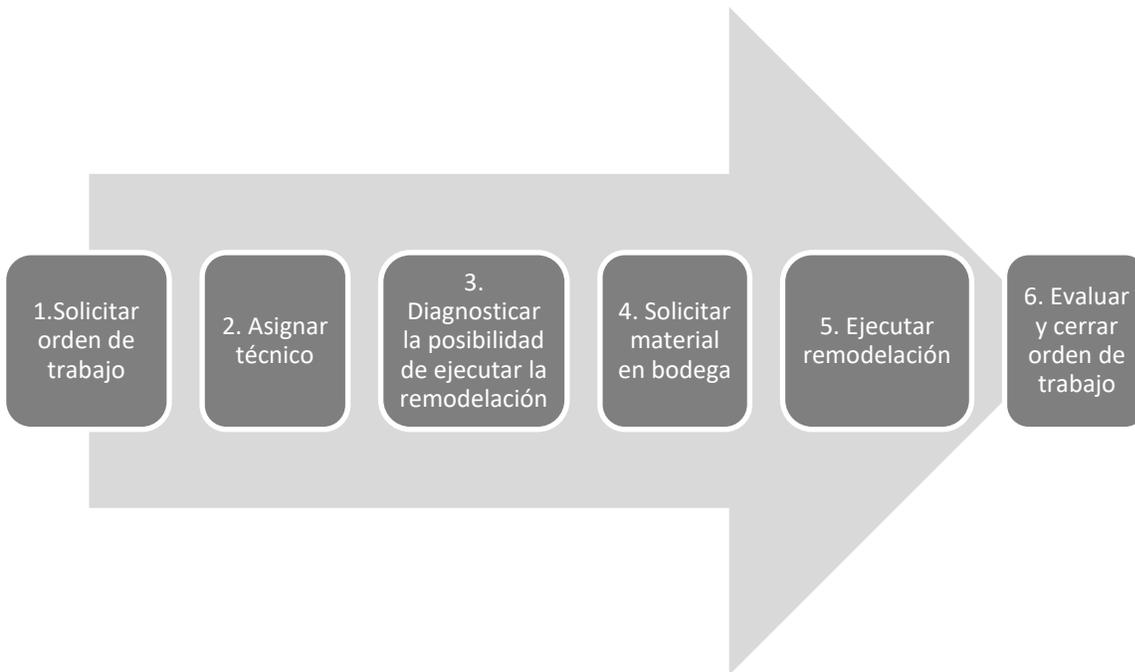
En este caso, con el material requerido, el técnico procede a realizar el cambio solicitado tomando en cuenta la normativa vigente. Posteriormente, una vez completado este proceso, el técnico marca la orden como finalizada para que el encargado de la unidad usuaria solicitante realice la valoración del trabajo realizado, de tal manera, se asigna la clasificación de finalizado y aprobado, en caso de que

se hayan cumplido las expectativas del cambio, o bien se le da el estado de finalizado y no aprobado si el cambio no es funcional a lo que el solicitante esperaba.

A continuación, en la Figura 9 se presenta un resumen de las etapas del proceso que se explica anteriormente.

**Figura 9.**

*Diagrama de nivel cero de actividades de mejoras del recurso físico*



De acuerdo con las etapas que se presentan en el diagrama anterior, se identifica que en la etapa de ejecución se encuentra la actividad crítica de este proceso, la cual corresponde al diagnóstico y análisis técnico de factibilidad de ejecución. Para esta actividad, el técnico encargado es el que evalúa la posibilidad de realizar la remodelación, para esto requiere verificar si la remodelación va requerir configurar la red eléctrica y las demás redes electromecánicas y de gases que posee el hospital; si se cumplen las condiciones para la ejecución de la remodelación, resta verificar si se cuenta con el inventario en bodega para realizarla, de encontrarse se procede a remodelar el sitio, en caso contrario se propone como un proyecto a largo plazo y se incluye en el siguiente presupuesto.

Es importante mencionar que, en este proceso, al igual que en el caso del mantenimiento correctivo y preventivo, las demoras se asocian a los diferentes actores y la necesidad de estos de interactuar con el sistema, siendo similar a los casos expuestos para los dos procesos anteriores. De igual forma, como se realiza para los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, se presenta la tabla 13 con la distribución porcentual de las actividades en los procesos de mejoras del recurso físico.

**Tabla 13.***Distribución de actividades para el proceso de mejoras del recurso físico*

<b>Distribución de actividades en el proceso</b>	<b>Porcentaje de participación</b>
Operación	65%
Inspección	10%
Transporte	10%
Espera	5%
Operación combinada, generar informe	5%
Operación combinada decisión efectuar una autorización	5%

*Nota.* Elaboración propia, con datos de la *Guía para la elaboración del plan de mantenimiento de las unidades de la CCSS* (2015), de la dirección de mantenimiento institucional.

Una vez analizada la tabla anterior, se concluye que este proceso es el que tiene mayor participación en la labor operativa que corresponde a una actividad de valor, de igual forma, se considera el 5% para las actividades de espera que no generan valor al igual que para los recorridos.

Finalmente, a partir de la revisión documental y las visitas de campo acompañadas de entrevistas, se obtiene una perspectiva amplia respecto a los procesos de mantenimiento del área en estudio, sin embargo, para realizar un análisis más completo se procede a efectuar un estudio del entorno de mantenimiento, con el objetivo de identificar los procesos que ejecuta, así como los clientes asociados a estos. Además, se definen los procesos relacionados al soporte de mantenimiento y los que se dedican estratégicamente para cumplir con la ejecución de las actividades, tal y como se observa en la Figura 10.

#### 2.3.1.6. *Análisis del entorno del departamento de I&M*

Como se observa en la Figura 10, dentro de los procesos sustantivos y de soporte se encuentra la mayoría de actores involucrados en los servicios que ofrece el departamento de mantenimiento. De esta forma, se concluye que realizar un análisis de cliente interno es necesario para identificar los requerimientos de las unidades usuarias como clientes de mantenimiento.

Para este análisis, se realiza una entrevista que se logra aplicar en 3 unidades usuarias, el contenido de esta se encuentra en el Apéndice 3 en la Figura A 3.2.. De este análisis, se obtuvieron los requerimientos del cliente interno, de acuerdo a las necesidades que se identifican en cada cliente de mantenimiento, estas insuficiencias corresponden a los acuerdos de nivel de servicio que el departamento de mantenimiento debe satisfacer al aplicar cada uno de los procesos del área.

**Figura 10.**

*Mapa de procesos del área de I&M*



*Nota.* Elaboración propia, los datos son proporcionados por el área de I&M (CCSS, 2021).

Seguidamente, se detallan los requisitos mínimos que las unidades usuarias esperan con la aplicación de los procesos de mantenimiento:

Requerimientos de cliente interno para el proceso de mantenimiento correctivo:

- a. Reparar las fallas de forma oportuna y eficiente.
- b. Evitar recurrencias de fallas del mismo tipo.
- c. Disponibilidad de repuestos para las reparaciones.
- d. Competencias del personal acorde a las necesidades, es decir, personal multidisciplinario.

Requerimientos de cliente interno para el proceso de mantenimiento preventivo:

- a. Evitar los paros en equipos críticos de uso constante.
- b. Mantener en buen estado, tanto físico como de funcionamiento, los equipos según los niveles de criticidad establecidos.
- c. Comunicación entre las áreas de mantenimiento y las diferentes unidades usuarias.
- d. Realizar una adecuada planificación de las actividades de mantenimiento realizables.
- e. Cultura orientada al mantenimiento preventivo.
- f. Cálculo de materiales o repuestos basados en la confiabilidad de los equipos.
- g. Disponibilidad de repuestos.
- h. Disponibilidad de los equipos una vez finalizados los mantenimientos.

Requerimientos de cliente interno para el proceso de mejoras del recurso físico:

- a. Realizar las mejoras o cambios en el recurso físico o equipo médico e industrial de forma oportuna y eficiente.
- b. Evitar fallos al realizar mejoras o cambios en el recurso físico o equipo médico e industrial.
- c. Disponibilidad de atención por parte de mantenimiento.
- d. Competencias del personal acorde a las necesidades, personal multidisciplinario.
- e. Realizar las mejoras o cambios con el objetivo de mejorar la eficiencia de los equipos y facilitar el uso por parte del personal.

Aunado a lo anterior, existe una serie de actores internos que son los proveedores de mantenimiento, tales como los departamentos de compras y bodega. Para consultar los requerimientos de estos proveedores con mantenimiento, se aplica una entrevista no estructurada en cada uno de los departamentos, el detalle de los resultados se presenta a continuación:

Requerimientos de bodega como un proveedor de mantenimiento:

- a. Ingresar al sistema SOCO las cantidades exactas de repuestos y materiales necesarios para realizar mantenimientos.
- b. Presentarse a bodega con la autorización de salida de material por parte del supervisor.
- c. Devolución de herramientas en buen estado que han sido prestadas por parte de bodega.

Requerimientos de compras como un proveedor de mantenimiento:

- a. Información clara del repuesto a comprar con las especificaciones del caso.
- b. Utilizar la información más actualizada de los requerimientos que debe de presentar los repuestos.
- c. Priorizar los repuestos que pertenezcan a equipos de uso continuo.
- d. Tomar en cuenta los presupuestos asignados e incluir las compras dentro de ellos.
- e. Programación adecuada de los repuestos, que considere las demoras y el *lead time* de los proveedores.

También, los departamentos de bodega y compras son clientes de mantenimiento, de forma que se identifican los requerimientos de estos para mantenimiento.

Requerimientos de bodega como un cliente de mantenimiento:

- a. Ubicación exacta de repuestos basados en la rotación de estos.
- b. Cuidado de los repuestos, evitar daños por manipulación indebida.
- c. Actualizar el inventario de bodega y generar informes de llegada al punto de reorden.
- d. Conocer el mapa de distribución de bodega.
- e. Disponibilidad del bodeguero para entregar los repuestos.
- f. Conformidad con lo entregado.

Requerimientos de compras como un cliente de mantenimiento:

- a. Efectividad en la realización del proceso de compras.

Queda en evidencia que, el análisis de requerimientos del cliente, permite tener una perspectiva completa de los procesos de mantenimiento, donde se pueden observar detalles trascendentales como las necesidades de los clientes y cómo estas deben de contemplarse en el rediseño de los procesos de mantenimiento, de forma que la propuesta no impacte o genere un efecto negativo en las diferentes unidades involucradas, debido a que cada departamento posee un papel importante dentro de la organización.

Con el fin de identificar el papel de cada uno de los actores en el área I&M y los procesos, se procede a realizar el análisis de cadena de valor para el departamento.

#### 2.3.1.7. *Análisis de la cadena de valor*

En cuanto a la cadena de valor, es una herramienta de análisis que permite la interpretación de algo tan sencillo, pero a la vez tan dinámico, como lo es la estrategia de una empresa. De forma que, esta es una herramienta de análisis estratégico que permite determinar los fundamentos de la ventaja competitiva para una organización. Esto mediante la desagregación de los conjuntos de actividades que conforman los procesos de esta (Garralda, 1999, p. 5).

A partir del concepto aludido, se realiza el análisis de la cadena de valor para el área de I&M, para ello se toman en cuenta los procesos a nivel macro que la conforman, mediante la segregación de

actividades en primarias y de soporte, tal y como lo establece Michael Porter, en consecuencia, se obtienen las actividades de mayor impacto que presenta el área.

A continuación, en la Figura 11 se muestra el modelo de cadena de valor:

**Figura 11.**

*Modelo de la cadena de valor de Michael Porter*



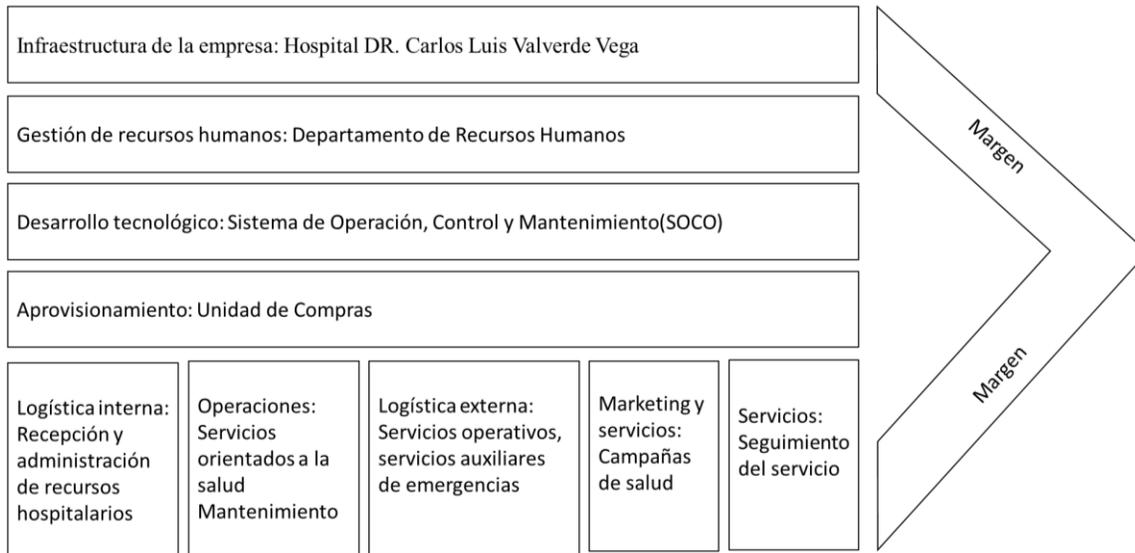
*Nota. Tomado de Garralda, 1999*

En la figura anterior, se observa que las actividades de apoyo son todas aquellas que se desarrollan en la empresa a nivel administrativo, mientras que las actividades primarias son todas aquellas cuyo enfoque es el producto o servicio que se brinda y estas labores se encuentran más ligadas a la planificación. Sin embargo, dado a que tanto las actividades primarias como de apoyo contribuyen al margen, estas deben de estar alineadas a las estrategias de la organización, en donde el objetivo final es generar el máximo margen posible para poder crecer y operar cada vez más eficientemente.

Con referencia a la teoría del objeto de estudio, el primer paso consiste en identificar cuáles son los departamentos involucrados en este análisis y el rol del área de I&M en cada uno de ellos, con el fin de construir el modelo de cadena de valor para el HCLVV. Seguidamente, en la Figura 12 se muestra el resultado del análisis que se ejecuta.

## Figura 12.

### Análisis de la cadena de valor del HCLVV



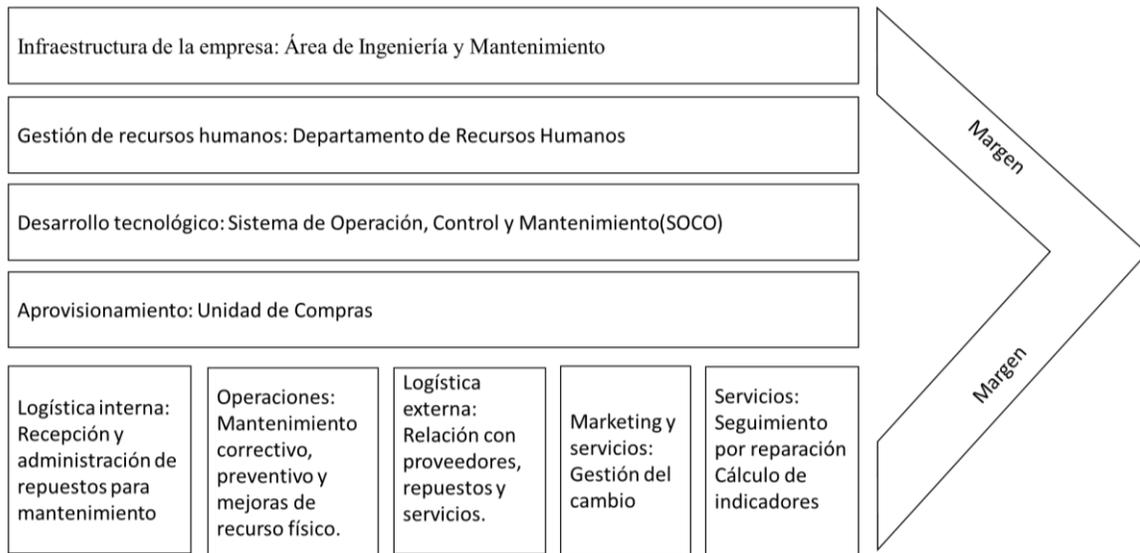
*Nota. Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

Es por eso que, el análisis realizado, consiste en identificar las principales actividades, tanto primarias como de apoyo, que a nivel macro conforman el área, de tal forma que las actividades logísticas son las que están relacionadas a los procesos que se ejecutan de forma paralela a los procesos de operación. Al respecto, según Garralda (1999, p. 4) para Michael Porter, las actividades relacionadas a las operaciones son aquellas en donde la materia prima se transforma durante un proceso para lograr un producto final con ciertas especificaciones, algunas de las actividades que representan las operaciones son las siguientes: maquinado ensamble, mantenimiento, testeo o pruebas e instalaciones.

Por lo tanto, dentro de la cadena de valor para el hospital, se coloca a mantenimiento dentro de las operaciones a la par de los servicios que ofrece el área y la vez como un indicador de dependencia entre las operaciones del hospital con los procesos de mantenimiento, puesto que, para garantizar la prestación del servicio, cada unidad usuaria contiene y necesita equipamiento tanto médico, electromecánico, así como una infraestructura física que soporte estos. De forma que, se procede a realizar el análisis para el área de I&M al cual se le aplica la misma metodología utilizada anteriormente, en la Figura 13 se muestra el resultado.

**Figura 13.**

*Análisis de la cadena de valor del área de I&M*



*Nota. Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

Igualmente, en el análisis de cadena de valor que se realiza para la totalidad del hospital, se logró identificar que existe una relación de dependencia de las unidades usuarias con mantenimiento, pues este departamento es el encargado de garantizar el estado de los activos, equipos e infraestructura de las unidades usuarias. Asimismo, en el análisis de la cadena de valor del área de I&M, se reconoce cuáles son los procesos que garantizan dicha continuidad del servicio, los cuales corresponden a los procesos de mantenimiento correctivo, preventivo y de mejoras del recurso físico, las cuales son de suma importancia para el área, sin embargo, dentro de las actividades logísticas y los servicios del área se encuentra los procesos estratégicos que permiten que los procesos de mantenimiento se ejecuten. También, se destaca que tales procesos pertenecen al sistema de gestión de mantenimiento que se encuentra articulado y documentado por el SIGMI, que es el ente encargado de establecer los lineamientos estratégicos para las áreas de I&M de los hospitales del país.

Por último, con la información analizada hasta el momento, se establece que el departamento de mantenimiento ejecuta 3 grandes procesos dentro de las actividades sustantivas, cada uno de ellos posee una serie de requerimientos propios. De igual manera, se determina que, mantenimiento es una actividad de operación de la que depende la prestación de servicios por parte del hospital. Consecuentemente, con toda la información recaudada, se procede a realizar el diagrama SIPOC para cada proceso.

#### 2.3.1.8. Diagramas SIPOC'S

Con respecto al diagrama de entradas y salidas, es una herramienta que permite visualizar de forma simplificada los actores involucrados en el proceso, los recursos que se consumen y las acciones que se realizan en cada actividad. De esta forma, es más sencillo identificar los requerimientos que se deben de cumplir en el proceso y cómo los actores tienen incidencia en los resultados.

En efecto, mediante la segmentación de las entradas y salidas de los procesos, aunado a los requerimientos de cada uno de ellos, se procede a elaborar los diagramas SIPOC'S para cada uno de los procesos de mantenimiento, tal y como se observa en la Figura 14, Figura 15 y Figura 16.

En el diagrama de la Figura 14, se observa que, para el proceso de mantenimiento correctivo, existen 3 actores principales en donde el flujo de información que generan estos son el insumo o la entrada para que el proceso avance, de forma que cada una de las entradas identificadas contiene requerimientos de cumplimiento obligatorio, en caso de omitirse provocaría que se presenten atrasos en la ejecución del proceso o que el departamento de mantenimiento rechace la orden por faltante de información. Además, se identifica que el área de I&M, al pertenecer a un hospital, siempre va a presentar flujos de personas entre colaboradores y pacientes, lo cual obliga al departamento de mantenimiento a realizar actividades de verificación para constatar con la jefatura de la unidad usuaria la posibilidad del ejecutar las actividades de mantenimiento. Con el análisis realizado, se concluye que el sistema SOCO es un canal de comunicación fundamental entre el área de I&M y las jefaturas de las unidades usuarias, puesto que se encuentra presente en el flujo de información en casi la totalidad del proceso, además, contiene la mayoría de la información requerida por el técnico para realizar consultas y solicitudes tanto a la jefatura de la unidad usuaria como al supervisor del área.

Seguidamente, se realiza el diagrama SIPOC para el proceso de mantenimiento preventivo (ver Figura 15), para el cual, se tiene como característica que existe una única entrada que es crítica en el proceso, la cual corresponde a la creación del cronograma de mantenimiento preventivo, ya que esta actividad engloba todos los procesos de planificación que se requieren para programar las actividades. Durante la ejecución, nuevamente, se presenta la necesidad de realizar verificaciones para garantizar la seguridad tanto del técnico, como del personal y pacientes que se encuentran en la unidad usuaria. Finalmente, las actividades que permiten medir la trazabilidad del programa son requerimientos de las salidas identificadas, esto posibilita que el control documental de los equipos sea una herramienta que permita a mantenimiento facilitar la toma de decisiones.

Finalmente, C para el proceso de mejoras del recurso físico (el diagrama SIPOC se detalla en la Figura 16), en el análisis de este proceso se sabe que este posee el mismo esquema del mantenimiento correctivo, pues inicia por las unidades usuarias (al igual que el proceso mencionado anteriormente) y requiere que el flujo de información se dé entre la unidad usuaria, el técnico de mantenimiento y el supervisor. No obstante, se observa lo contrario en el proceso de mantenimiento preventivo, ya que este es propio del área de I&M y las unidades usuarias se involucran en las actividades de verificación.

**Figura 14.**

*Diagrama SIPOC para proceso de mantenimiento correctivo*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Clientes
SOCO	1. Identificar una falla	1.1 Ingresar al sistema SOCO e indicar la unidad usuaria solicitante y el área o servicio que requiere el mantenimiento 1.2 Indicar el tipo de mantenimiento solicitado, quien lo solicita y la extensión telefónica para localizarlo 1.3 Indicar el lugar exacto del trabajo, además del número de activo y una breve descripción de la falla que presenta	Solicitar orden de trabajo	Generar y enviar solicitud de orden de trabajo	Completar la orden de trabajo con toda la información solicitada en el sistema SOCO	Área de I&M
SOCO	2. Notificar la nueva solicitud de orden de trabajo	2.1 Ingresar al sistema SOCO, consultar el control de solicitudes, revisar ordenes de trabajo y asignar taller 2.2 Únicamente el supervisor de la sub área puede consultar el control de solicitudes y asignar un taller 2.3 Asignar taller y el tipo de orden de trabajo a ejecutar, finalmente asignar técnico y el tiempo promedio de ejecución del trabajo	Asignar técnicos	Orden de trabajo asignada	Notificar al técnico de la nueva solicitud	Técnico de mantenimiento
SOCO	3. Informar al técnico de la nueva orden asignada	3.1 Consultar disponibilidad del equipo con la jefatura de la unidad usuaria 3.2 Realizar diagnóstico en el sitio de trabajo	Diagnosticar falla	Diagnóstico preciso de la falla del equipo	Identificar los repuestos necesarios para realizar la reparación	Supervisor de la sub área de mantenimiento
SOCO, Bodega de materiales y Unidad de compras	4. Ingresar solicitud de materiales	4.1 Regresar al área de I&M e ingresar al sistema SOCO en la orden asignada solicitar material requerido y enviar al supervisor 4.2 Informar al supervisor de la solicitud para que sea aprobada 4.3 Verificar la existencia de material en bodega y caso de existir faltante tramitar la compra del material 4.3 Retirar material en bodega	Solicitar material de bodega	Generar y enviar solicitud de materiales	Cantidades exactas de materiales a utilizar Verificar que no se duplique una solicitud	Supervisor de la sub área de mantenimiento

**Figura 14.**

*Diagrama SIPOC para proceso de mantenimiento correctivo (Continuación)*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Clientes
Jefatura de la unidad usuaria	5. Consultar a la jefatura del servicio la disponibilidad de realizar reparación	5.1 Verificar la disponibilidad del equipo y que en el lugar de trabajo no se encuentren personas circulando	Reparar falla	Equipo en funcionamiento	Realizar pruebas de funcionamiento y aplicar una limpieza del sitio de trabajo	Jefatura de la unidad usuaria
SOCO	6. Finalizar orden de trabajo	6.1 Mantenimiento correctivo exitoso	Llenar formulario de actividad finalizada en el SOCO	Orden de trabajo finalizada y a la espera de supervisión	Documentar en el SOCO el detalle de la reparación Realizar la supervisión en un plazo de 3 días después de finalizada la orden	Supervisor de la sub área de mantenimiento y la jefatura de la unidad usuaria
SOCO	7. Notificar la finalización de la orden de trabajo	7.1 Cerrar la orden de trabajo en el sistema SOCO	Inspeccionar y finalizar la orden de trabajo	Aprobar y cerrar orden de trabajo	Documentar en el SOCO la labor realizada Asignar tiempo de ejecución de la orden al técnico encargado	Supervisor de la sub área de mantenimiento y la jefatura de la unidad usuaria

*Nota. Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

**Figura 15.**

*Diagrama SIPOC para el proceso de mantenimiento preventivo*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Clientes
Supervisor de la sub área	1. Manual de clasificación de equipos, estudio de capacidad de horas hombre y rutinas de mantenimiento	1.1 Consultar manual de clasificación de equipos proporcionado por la dirección de equipamiento institucional 1.2 Consultar el inventario de equipos, las frecuencias de mantenimiento, el tiempo por cada intervención y el tiempo disponible de mano de obra	Crear cronograma de mantenimiento preventivo	Cronograma de mantenimiento preventivo	Crear el archivo en el software Excel y dar seguimiento al mismo	Área de I&M
SOCO	2. Cronograma de mantenimiento preventivo	2.1 Ingresar al sistema SOCO, programar el mantenimiento preventivo 2.2 Únicamente el supervisor de la sub área puede programar mantenimientos preventivos 2.3 Indicar el equipo o activo a intervenir, el lugar de trabajo, la frecuencia de mantenimiento y el técnico encargado de realizar el mantenimiento	Asignar técnicos	Orden de trabajo asignada	Notificar al técnico de la nueva solicitud	Técnico de mantenimiento
SOCO	3. Informar al técnico de la nueva orden asignada	3.1 La orden de trabajo debe estar acompañada de la rutina de mantenimiento preventivo o check list de control de actividades 3.2 Solicitar los consumibles o materiales necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo 3.3 Consultar disponibilidad del equipo a la jefatura de la unidad usuaria	Revisar los activos según la rutina de mantenimiento	Rutina de mantenimiento ejecutada	Realizar la inspección. Identificar repuestos a reemplazar en el equipo. Indicar observaciones en la rutina sobre el equipo en la bitácora.	Área de I&M

**Figura 15.**

*Diagrama SIPOC para el proceso de mantenimiento preventivo (continuación)*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Clientes
SOCO, Bodega de materiales y Unidad de compras	4. Ingresar solicitud de materiales	4.1 Regresar al área de I&M e ingresar al SOCO en ordenes asignadas, solicitar material requerido para realizar el mantenimiento y enviar al supervisor 4.2 Informar al supervisor de la solicitud para que sea aprobada 4.3 Verificar la existencia de material en bodega o tramitar la compra del material 4.3 Retirar material en bodega	Solicitar material de bodega	Generar y enviar solicitud de materiales	Cantidades exactas de materiales a utiliza  Verificar que no se duplique una solicitud	Supervisor de la sub área de mantenimiento
Jefatura de la unidad usuaria	5. Consultar a la jefatura del servicio la disponibilidad	5.1 Verificar la disponibilidad del equipo y planificar el momento en donde el equipo no vaya a ser utilizado	Ejecutar rutina de mantenimiento	Equipo en funcionamiento	Realizar pruebas de funcionamiento y aplicar una limpieza del sitio de trabajo	Jefatura de la unidad usuaria
SOCO	6. Finalizar orden de trabajo	6.1 Mantenimiento preventivo exitoso del equipo continua en funcionamiento normal	Llenar formulario de actividad finalizada en el SOCO	Orden de trabajo finalizada y a espera de supervisión	Documentar la orden realizada Supervisar la orden en un plazo de 3 días de finalizada	Supervisor de la sub área de mantenimiento y la jefatura de la unidad usuaria
SOCO	7. Notificar la finalización de la orden de trabajo	7.1 Cerrar la orden de trabajo en el sistema SOCO	Inspeccionar y finalizar la orden de trabajo	Aprobar y cerrar orden de trabajo	Verificar la bitácora Asignar tiempo de ejecución al técnico	Supervisor de la sub área de mantenimiento

*Nota. Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

**Figura 16.**

*Diagrama SIPOC para el proceso de mejoras al recurso físico*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Cientes
SOCO	1. Identificar la necesidad de una remodelación de la unidad usuaria por parte de la jefatura de la misma	1.1 Ingresar al sistema SOCO e indicar la unidad usuaria solicitante y el área o servicio que requiere la modificación 1.2 Indicar el tipo de remodelación solicitada, quien la solicita y la extensión telefónica para localizarlo 1.3 Indicar el lugar exacto del trabajo, además del número de activo y una breve descripción de la remodelación a realizar	Solicitar orden de trabajo	Generar y enviar solicitud de orden de trabajo	Completar la orden de trabajo con toda la información solicitada en el sistema SOCO	Área de I&M
SOCO	2. Notificar la nueva solicitud de orden de trabajo	2.1 Ingresar al sistema SOCO, consultar el control de solicitudes, revisar ordenes de trabajo y asignar taller 2.2 Únicamente el supervisor de la sub área puede consultar el control de solicitudes y asignar un taller 2.3 Asignar taller y el tipo de orden de trabajo a ejecutar, finalmente asignar técnico	Asignar técnicos	Orden de trabajo asignada	Notificar al técnico de la nueva solicitud	Técnico de mantenimiento
SOCO	3. Informar al técnico de la nueva orden asignada	3.1 Consultar disponibilidad de la jefatura de la unidad usuaria para realizar un análisis técnico de factibilidad 3.2 Realizar diagnóstico en el sitio de trabajo	Realizar estudio técnico de factibilidad de remodelación	Diagnóstico preciso de la remodelación a realizar	Identificar los repuestos necesarios para realizar la reparación	Área de I&M

**Figura 16.**

*Diagrama SIPOC para el proceso de mejoras al recurso físico (continuación)*

Suppliers	Inputs		Process	Outputs		Customers
Proveedor	Entradas Descripción	Entradas Requerimientos		Salidas Descripción	Salidas Especificaciones	Clientes
SOCO, Bodega de materiales y Unidad de compras	4. Ingresar solicitud de materiales	4.1 Regresar al área de I&M e ingresar al sistema SOCO en ordenes asignadas solicitar material requerido y enviar al supervisor 4.2 Informar al supervisor de la solicitud para que sea aprobada 4.3 Verificar la existencia de material en bodega y caso de existir faltante tramitar la compra del material 4.3 Retirar material en bodega	Solicitar material de bodega	Generar y enviar solicitud de materiales	Cantidades exactas de materiales a utilizar  Verificar que no se duplique una solicitud	Supervisor de la sub área de mantenimiento
Jefatura de la unidad usuaria	5. Consultar a la jefatura del servicio la disponibilidad	5.1 Verificar con la jefatura de la unidad usuaria la disponibilidad del activo o recinto para realizar la remodelación	Ejecutar remodelación	Remodelación ejecutada	Realizar pruebas de funcionamiento y aplicar una limpieza del sitio de trabajo	Jefatura de la unidad usuaria
SOCO	6. Finalizar orden de trabajo	6.1 Mejora de recurso físico exitosa	Llenar formulario de actividad finalizada en el SOCO	Orden de trabajo finalizada y a espera de supervisión	Documentar en el SOCO el detalle de realizado. Supervisar en un plazo de 3 días de finalizada la orden	Supervisor de la sub área de mantenimiento y la Jefatura de la unidad usuaria
SOCO	7. Notificar la finalización de la orden de trabajo	7.1 Cerrar la orden de trabajo en el sistema SOCO	Inspeccionar y finalizar la orden de trabajo	Aprobar y cerrar orden de trabajo	Asignar tiempo de ejecución de la orden al técnico encargado	Supervisor de la sub área de mantenimiento y la Jefatura de la unidad usuaria

*Nota. Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

Para finalizar, se conoce que para el área de I&M, el sistema SOCO es un software de vital importancia para la ejecución de las actividades de mantenimiento y la interacción de los actores, esto porque aparte de ser un canal abierto de comunicación, también permite documentar los procesos que se ejecutan, por este motivo en la siguiente etapa se procede a analizar y cuantificar la distribución de las órdenes de trabajo que ejecuta el departamento de mantenimiento.

### 2.3.2. Análisis del estado actual del área de I&M

Posterior al reconocimiento del área realizado en el estudio de piso, se procede a analizar el funcionamiento del área de I&M, esto mediante el análisis de la información almacenada en el sistema utilizado para este fin (SOCO). Cabe destacar que, el propósito de este análisis es contrastar el funcionamiento del área en función de los parámetros teóricos establecidos por la gerencia de infraestructuras y tecnologías de la dirección de mantenimiento institucional, para determinar el estado actual de la misma.

Como se estudió anteriormente, los procesos del área de I&M son dinámicos, con actores que participan activamente en los mismos, sin embargo, se ve influenciado por los efectos de variables exógenas que impactan en el rendimiento de los equipos en términos de funcionalidad, es por esto que un plan de mantenimiento es un traje a la medida de cada organización. En ese sentido, resulta de vital importancia conocer el estado actual del departamento, pues este es un insumo necesario para determinar las necesidades de rediseño que requieren los procesos. Del funcionamiento de mantenimiento, se pretende estudiar la cantidad de órdenes dedicadas al mantenimiento preventivo, correctivo y mejoras del recurso físico por cada sub área.

#### 2.3.2.1. *Funcionamiento del área de equipo médico*

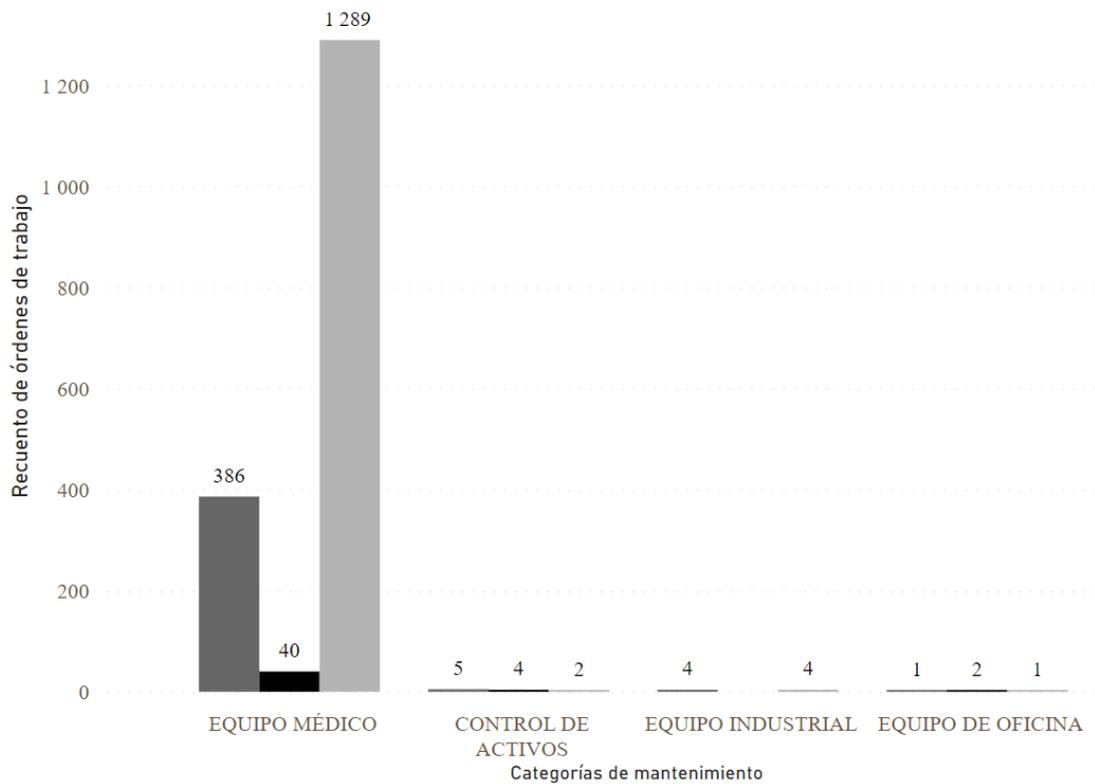
Para el análisis de esta sub área, el estudio se basa en la cantidad de órdenes dedicadas a cada uno de los procesos de mantenimiento analizados en este proyecto, con el fin de determinar cuál es el de mayor participación. Sin embargo, es importante destacar que esta sub área es la encargada de velar por el funcionamiento del equipo médico exclusivamente, por lo tanto, las categorías de mantenimiento son escasas para la misma.

Como se observa en la Figura 17, la sub área de equipo médico posee varias categorías de mantenimiento, sin embargo, la mayor concentración de órdenes de trabajo se encuentra en el equipo médico, esto indica que el enfoque de esta sub área es el equipo especializado. Del mismo modo, se observa que la mayor participación se concentra en el proceso de mantenimiento preventivo, correctivo y, finalmente, las mejoras del recurso físico. De manera que, al cuantificar la cantidad de órdenes de trabajo para el periodo en estudio, en total se ejecutaron 1 738 órdenes de trabajo, de las cuales el 74% corresponden al proceso de mantenimiento preventivo, el 22% al proceso de correctivo y 4% a los procesos de mejoras del recurso físico.

**Figura 17.**

*Recuento de órdenes de trabajo ejecutadas por la sub área de equipo médico*

Orden de trabajo ● CORRECTIVO ● MEJORA ● PREVENTIVO



### 2.3.2.2. *Funcionamiento de la sub área de electromecánica*

En cuanto a la sub área de electromecánica, es la encargada de velar por el funcionamiento de las redes electromecánicas y el equipo industrial, por lo tanto, las categorías de mantenimiento siguen esta línea.

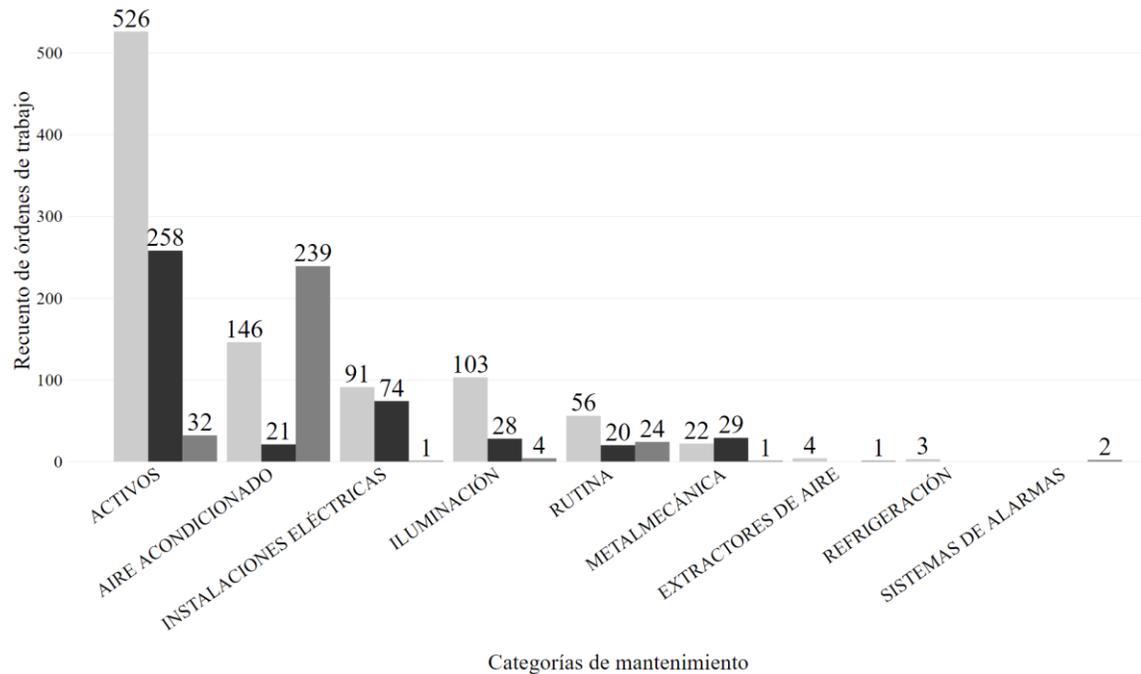
Para efectos del análisis de esta sub área, se consulta la información contenida en la base de datos del sistema SOCO, al igual que se realiza para la sub área de equipo médico. Igualmente, para este proceso se estudian las categorías de mantenimiento y la cantidad de órdenes que se ejecutan para cada una de ellas.

Como se observa en la Figura 18, para la sub área de electromecánica, las categorías de mantenimiento se dividen en: activos que corresponden al equipo industrial que posee el área, aires acondicionados que hacen referencia a los sistemas de climatización y se diferencian de la categoría de refrigeración, debido a que en esta se encuentran todos aquellos equipos de almacenamiento a temperaturas controladas. Seguidamente, los sistemas de iluminación y de alarmas e instalaciones eléctricas, este último responde a todo el sistema de redes electromecánicas de las que se componen el hospital y que alimentan a todas las categorías anteriores; para lograr este objetivo, la composición de las redes eléctricas se basa en centros de carga y circuitos ramificados para cada unidad usuaria según las necesidades de esta.

**Figura 18.**

*Recuento de órdenes de trabajo ejecutadas por la sub área de electromecánica*

Orden de trabajo • CORRECTIVO • MEJORA • PREVENTIVO



Ahora bien, en cuanto a la ejecución de órdenes de trabajo preventivas, se observa que la mayor proporción se concentran en los sistemas de aires acondicionados con un porcentaje de participación del 78,6%.

Luego, se analiza la distribución de los procesos de mantenimiento correctivo. Como se observa en la Figura 18, para la sub área de electromecánica, las categorías de mantenimiento se dividen en: activos que corresponden al equipo industrial que posee el área, aires acondicionados que hacen referencia a los sistemas de climatización y se diferencian de la categoría de refrigeración, debido a que en esta se encuentran todos aquellos equipos de almacenamiento a temperaturas controladas. Seguidamente, los sistemas de iluminación y de alarmas e instalaciones eléctricas, este último responde a todo el sistema de redes electromecánicas de las que se componen el hospital y que alimentan a todas las categorías anteriores; para lograr este objetivo, la composición de las redes eléctricas se basa en centros de carga y circuitos ramificados para cada unidad usuaria según las necesidades de esta.

Figura 18, se determina que, para el proceso de mantenimiento correctivo las categorías de mantenimiento tienen una dispersión mayor, en contraposición con las categorías de preventivo, donde predominan las categorías con poco o nivel nulo de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Para mayor detalle, se analiza el caso de los sistemas de aires acondicionados, con casi un 80% del trabajo preventivo total, se observa un 22,7% de trabajo correctivo total. Continuando con el análisis, se detecta que, por cada orden de trabajo preventiva, se disminuye en un 50% o más la cantidad de órdenes correctivas, sin embargo, la orden de trabajo “sacrificada”, es decir no realizada o sustituida por una orden correctiva, multiplica de cinco hasta diez veces las órdenes de trabajo. Tal es el caso de la categoría de activos, que posee apenas 32 órdenes de trabajo preventivas y tiene 526 órdenes de trabajo correctivas durante el mismo lapso estudiado.

En última instancia, se analiza el proceso de mantenimiento dedicado a las mejoras del recurso físico. Como se mencionó anteriormente, este tipo de proceso surge debido a las necesidades de las distintas unidades usuarias, donde la orden de trabajo no es correctiva ni preventiva, sino que corresponden a cambios que se deben a factores como el crecimiento en cantidad de equipos dentro del hospital que repercute en una mayor necesidad de infraestructura que, a la vez, involucra cambios en la red eléctrica y modificaciones del espacio en las diferentes unidades usuarias. Asimismo, debido a las características inherentes de este proceso, no son órdenes que se planifican y estructuran dentro del programa de mantenimiento, sino que se procesan bajo el sistema de demanda como órdenes de trabajo no planificadas, ya que son solicitadas por la unidad usuaria, tal y como se observa en la Figura 18.

Al analizar este proceso, se observa en la Figura 18, que la mayor cantidad de órdenes de trabajo se encuentran en la categoría de activos, esto se da principalmente a la necesidad de las unidades usuarias de movilizar equipos de un punto a otro debido a factores que mantenimiento no controla. Es importante destacar que, cada orden de trabajo requiere un recurso físico y tiempo para finalizarla, lo que impacta en la disponibilidad para realizar trabajos preventivos de rutina. Finalmente, de la información analizada en la totalidad (1 685 órdenes de trabajo), un 18% de las órdenes corresponden a mantenimiento preventivo, mientras que un 56% de las órdenes de trabajo conciernen a mantenimiento correctivo y un 26% de las órdenes de trabajo atañen al proceso de mejoras del recurso físico.

#### 2.3.2.3. *Funcionamiento de la sub área de obra civil*

La sub área de obra civil, es la encargada de velar por la infraestructura física del hospital, se considera esta sub área de vital importancia, dado a que esta es la que brinda el soporte para que, tanto el equipo médico o industrial, pueda operar en condiciones normales de funcionamiento. De esta forma, las categorías de mantenimiento están más orientadas a especialidades técnicas relacionadas con infraestructura física.

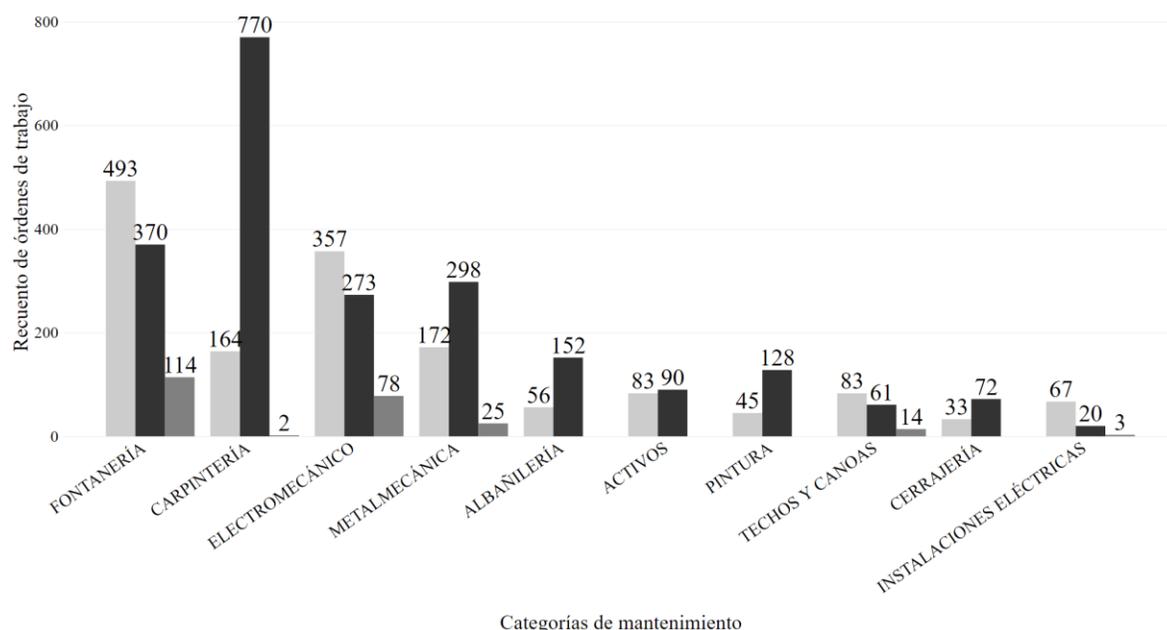
Nuevamente, para realizar el análisis se toma como referencia la base de datos del sistema SOCO, como se observa en la Figura 19, para las diferentes categorías de mantenimiento, se tiene que existe una mayor participación del proceso de mejoras del recurso físico, seguido de mantenimiento correctivo y, finalmente, en menor medida mantenimiento preventivo. De estas, las categorías de fontanería, carpintería, electromecánica y metalmecánica, es donde se concentra el mayor volumen de órdenes de trabajo, además, se identifica que estas categorías reciben la mayor cantidad de órdenes preventivas con un 90% de participación. De igual manera el análisis realizado concuerda con los hallazgos encontrados en la sub área de electromecánica en donde, la cantidad de órdenes preventivas

mitigan la aparición de fallas, sin embargo, las categorías mencionadas anteriormente poseen mayor cantidad de correctivos que de preventivos esto podría tener alguna relación con la capacidad del sistema, tal supuesto se valida en el apartado 2.2.2 de este capítulo.

**Figura 19.**

*Recuento de órdenes de mantenimiento preventivo en obra civil*

Orden de trabajo ■ CORRECTIVO ● MEJORA ● PREVENTIVO



Finalmente, se analizan la cantidad de órdenes ejecutadas para el proceso de mejoras del recurso físico, como se observa en la Figura 19, en mayor medida se presentan órdenes de trabajo para este proceso en las diferentes categorías, esto se debe a que el hospital debió de adoptar nuevas medidas por causa de la pandemia del Covid\_19. Tal situación, provoca que la tendencia se centre en menor cantidad de órdenes preventivas y mayor cantidad de órdenes correctivas y de mejora. En efecto, el recuento indica que del total de órdenes de mantenimiento analizadas (4 023 órdenes de trabajo), un 5% de estas corresponden al mantenimiento preventivo, un 39% pertenecen al proceso de mantenimiento correctivo y un 56% conciernen a las mejoras del recurso físico.

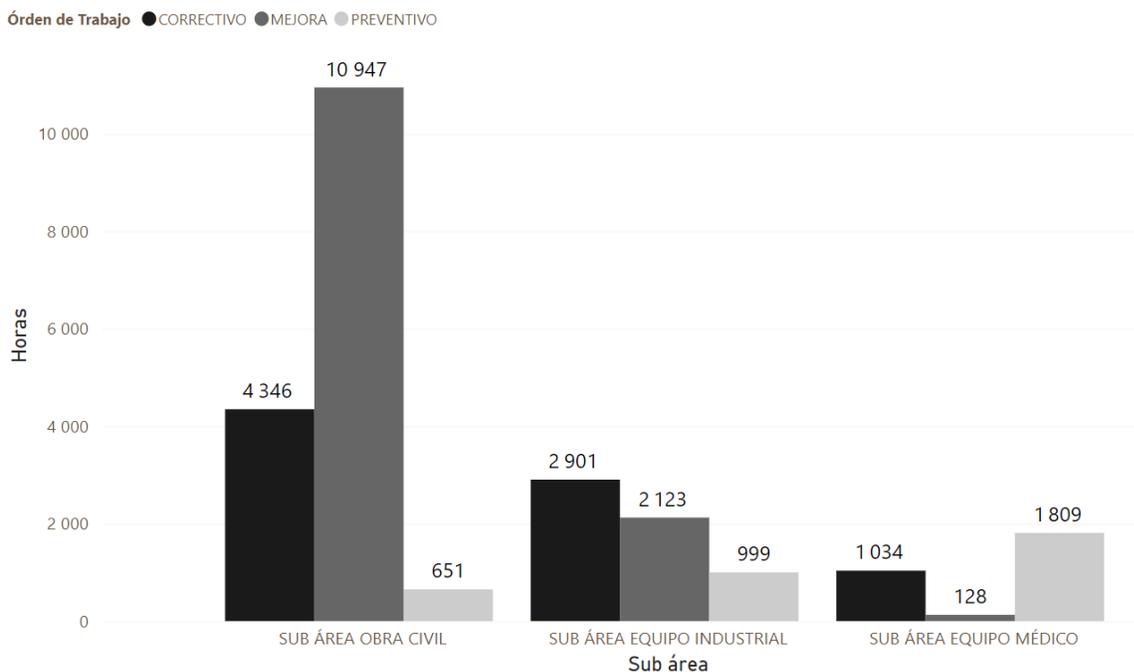
En síntesis, al analizar las tres sub áreas, se identifica que la sub área de equipo médico presenta mayor ejecución de mantenimientos preventivos, mientras que las sub áreas de electromecánica y obra civil, ejecutan en mayor medida órdenes de trabajo para los procesos de mantenimiento correctivo y mejoras del recurso físico, sin embargo, no se ha definido un parámetro que indique si este comportamiento es acorde o por el contrario si este tiene oportunidades de mejora, de forma que para lograr aplicarlo, se construye una tabla resumen del análisis realizado, como se puede constatar en la Tabla 14.

**Tabla 14.***Porcentaje de órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento del área I&M*

Sub área/Proceso	Proceso de Mantenimiento Preventivo	Proceso de Mantenimiento Correctivo	Proceso de Mejoras del Recurso Físico
Sub área de equipo médico	74%	22%	4%
Sub área de equipo industrial	18%	56%	26%
Sub área de obra civil	5%	39%	56%

*Nota.* Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

Se identifica que, la tabla resumen presentada anteriormente, es el insumo necesario para aplicar el índice de mantenimiento preventivo y así determinar, con base en el parámetro ya establecido por la gerencia de infraestructuras y tecnologías de la dirección de mantenimiento institucional, el estado actual de cada sub área. Para ello, es necesario el porcentaje de órdenes por proceso y el tiempo total disponible, de forma que, se procede a realizar el análisis del tiempo en horas para cada sub área en los tres procesos fundamentales (correctivo, preventivo y mejoras del recurso físico), para luego contrastar frente al indicador de mantenimiento propuesto por la CCSS. Asimismo, el resumen del tiempo para el área de I&M se puede observar en la Figura 20.

**Figura 20.***Recuento de horas dedicadas a los procesos por sub área*

*Nota:* Los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

Finalmente, en la Figura 20, se delimita el recuento de horas dedicadas a los procesos de mantenimiento por sub área, donde se observa que las mejoras del recurso físico abarcan la mayor cantidad del tiempo de la sub área de obra civil, además, es el segundo proceso para la sub área de electromecánica y equipo industrial, en conjunto, es el proceso que más consume tiempo en el

departamento. Por ello, con este insumo se procede a contrastar frente al indicador de mantenimiento que actualmente debe de ejecutar, medir y controlar el coordinador de cada sub área, según el artículo 36 del reglamento del SIGMI.

### 2.3.3. Indicadores de mantenimiento

Como punto de partida, se solicita en cada sub área tanto a los técnicos, supervisores e ingenieros encargados, los documentos referentes a la medición de los indicadores de mantenimiento utilizados para controlar los resultados del área. Sin embargo, todos los actores descritos anteriormente concuerdan en que: “la CCSS ha estipulado la normativa a utilizar para realizar el control del departamento con una serie de indicadores que midan el desempeño del área, sin embargo, actualmente la medición de los mismos no se realiza” (Ramírez, Castillo, Soto y Carvajal comunicación personal, 9 de setiembre de 2020).

En relación a los indicadores de mantenimiento, la gerencia de infraestructuras y tecnologías perteneciente al departamento de mantenimiento institucional de la CCSS ha elaborado una guía para la identificación de indicadores del sistema de gestión de mantenimiento institucional (CCSS, 2017). Sin embargo, para efectos de este diagnóstico se evaluará el indicador relacionado al tiempo dedicado a los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, el detalle de este indicador se muestra en el Apéndice 4.

Para este cálculo, a pesar de que la data procesada proviene del SOCO, se precedió a verificar la clasificación por medio de la descripción de las actividades o trabajos efectuados, a fin de cumplir con uno de los lineamientos establecidos por la CCSS en donde se menciona que previo a la medición del indicador las unidades de ingeniería y mantenimiento deben clasificar las diferentes tareas que realizan en dicha unidad. Con el objetivo de no comparar las actividades de mantenimiento con otro tipo de actividades, por ejemplo: inversión, operación, mejoras al recurso físico u otras (CCSS, 2017). De esta forma, todas las actividades de mejora al recurso físico que por error en la solicitud ingresaron como correctivo fueron reclasificadas, para no impactar en el cálculo correcto del indicador. Para la evaluación del indicador se utiliza el parámetro establecido por a CCSS y que se muestra en la Tabla 15.

**Tabla 15.**

*Parámetros de evaluación del tiempo dedicado a mantenimiento preventivo*

<b>Calificación</b>	<b>Requisitos</b>
Muy bueno	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos > 75% del tiempo total disponible
Bueno	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 75% y > 50% del tiempo total disponible
Regular	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 50% y > 45% del tiempo total disponible
Malo	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 45% del tiempo total disponible

*Nota. Tomado de CCSS, 2019*

Ahora bien, dado que las mejoras del recurso físico responden a una demanda dependiente de factores exógenos y en la metodología establecida por la CCSS no se consideran actividades de mantenimiento (tal y como se muestra en el Apéndice 4). Por este motivo, no formarán parte del programa de

mantenimiento, sin embargo, sí deben ser controladas y reguladas, puesto que el tiempo supera en conjunto al mantenimiento correctivo y preventivo como se puede observar en la Figura 20.

Por otra parte, en el apartado 2.4.1 de este documento, se menciona que la CCSS sí establece un límite de un 10% de tiempo para las mejoras del recurso físico sobre el total del tiempo preventivo, por lo tanto, será un apartado a considerar en el diseño, además, del programa de mantenimiento preventivo. Seguidamente, en la Tabla 16 se presenta el detalle de cálculo del índice de mantenimiento preventivo para cada sub área. Para profundizar en tales datos, el desarrollo completo de cálculo se observa en el Apéndice 5, Tabla A 5.1.

**Tabla 16.**

*Porcentaje del tiempo dedicado a los procesos de mantenimiento del área de I&M*

Sub áreas	Correctivo		Mejora		Preventivo		Total Horas
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	
Sub Área de Equipo Médico	1 034	35%	1 28	4%	1 809	61%	2 971
Sub Área de Obra Civil	4 346	27%	10 947	69%	651	4%	15 943
Sub Área de Electromecánica y Equipo Industrial	2 901	48%	2 123	35%	999	17%	6 024
Total de la unidad local de I&M	8 281	33%	13 198	53%	3 459	14%	24 938

*Nota.* Elaboración propia, los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

En este caso, al evaluar el resultado obtenido en la Tabla 16 y contrastarlo con el indicador, se deduce que la sub área de equipo médico, posee un índice de mantenimiento preventivo mayor al 60%, lo cual según el parámetro anterior se considera bueno. Por otra parte, la sub área de electromecánica, posee un índice de mantenimiento preventivo menor al 45% mínimo permitido, por lo cual se considera malo y con muchas oportunidades de mejora. El mismo caso sucede en la sub área de obra civil, es esta el porcentaje de preventivos no alcanza el 45% mínimo permitido, según los datos de la Tabla 14.

En cuanto al indicador del proceso, resulta interesante el hecho de que la dimensión es la eficacia, por lo tanto, la única exigencia en este indicador es cumplirlo, sin considerar si la sub área cuenta con la cantidad de mano de obra, recursos o materiales necesarios para lograr el objetivo. Además, en el Apéndice 4, se muestra el parámetro que se utiliza para determinar el nivel de conformidad acorde a lo establecido por la CCSS.

Del análisis anterior se concluye que, existe un tiempo asociado a las órdenes de trabajo. Sin embargo, este tiempo posee un costo, al igual que sucede con las órdenes de trabajo tanto preventivas como correctivas que conllevan un tiempo y un recurso asociado. De esta forma, se evalúa cuál estrategia de trabajo es más conveniente para el área de I&M, la preventiva o la correctiva, además, del tiempo asociado a ambos procesos.

#### 2.3.4. Costos asociados

Para este apartado, dependiendo de las variables involucradas en el sistema el concepto de costo, se puede dividir en tres puntos, según lo estipula (Castellanos G. M., 1995):

- a. Costo directo de mantenimiento: es aquel costo asociado con mantener el equipo operable y en buenas condiciones, incluye reparaciones inspecciones y servicios.
- b. Costo redundante: se presentan en procesos con actividades que tengan asociadas un alto riesgo, por lo que se mantienen equipos de respaldo, para sustituir aquellos equipos que presenten fallas, con el objetivo de no disminuir la capacidad del servicio, se considera costo redundante el mantener estos equipos.
- c. Costo por penalización: se da cuando el equipo primario sale de operación y no se cuenta con un equipo de respaldo, se consideran todas pérdidas asociadas a la producción y el detenimiento de esta máquina.

Para efectos del diagnóstico, el estudio se basa en los costos directos que están registrados en el sistema SOCO, así como la identificación de los impactos indirectos y de penalización, por medio de análisis de causa raíz. Es importante mencionar que, tanto el costo redundante como el costo por penalización, son variables dependientes del costo directo, así que un paro por mantenimiento que se extienda en tiempo tendrá un incremento del costo de manera exponencial.

Uno de los propósitos de este análisis es medir el costo de realizar mantenimiento preventivo vs el costo de realizar mantenimiento no planificado, como es el caso de los procesos de mantenimiento correctivo y mejoras del recurso físico.

A continuación, se presenta el detalle de costos de mantenimiento por cada sub área.

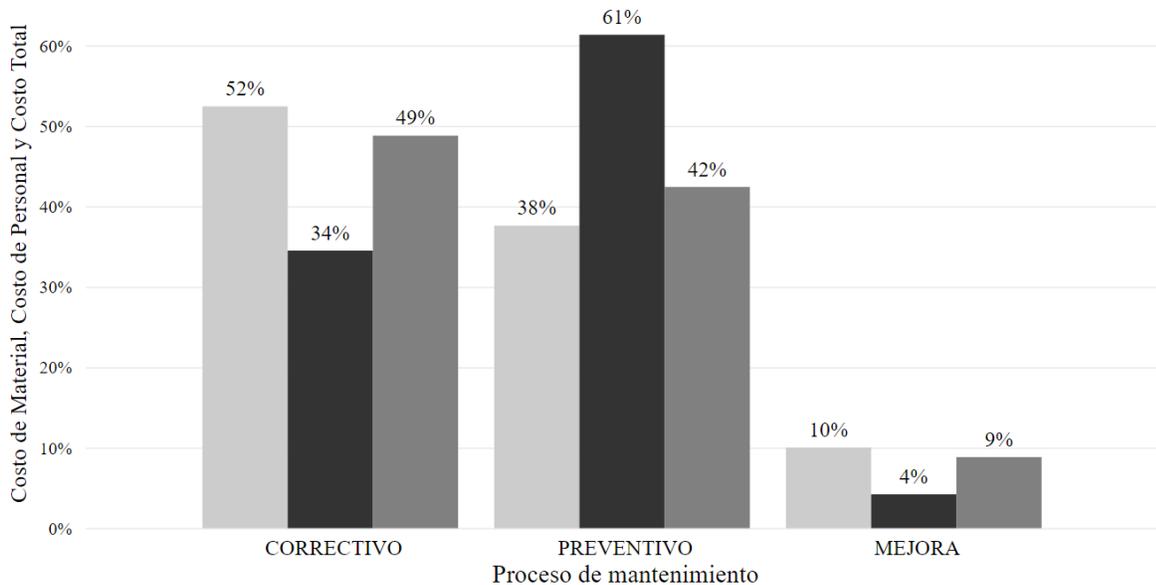
#### 2.3.4.1. *Distribución de costos para la sub área de equipo médico*

Para analizar el costo en el que incurre esta sub área, se analizan los costos asociados al personal y al consumo de materiales, para cada uno de los procesos que ejecuta, además, se contrasta con la Tabla 16 que indica el porcentaje de tiempo dedicado a los métodos de mantenimiento, con el fin de analizar el impacto que representa para cada sub área el operar de la forma que lo hace actualmente. Por ello, para realizar el análisis se construye la siguiente Figura 21.

**Figura 21.**

*Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en equipo médico*

● Costo de Material ● Costo de Personal ● Costo Total



Como se observa en la Figura 21-, el proceso de mantenimiento correctivo absorbe el 52% de los costos de materiales y el 49% del costo total de la sub área. Además, es importante tomar en cuenta que estos costos representan el 22% de las órdenes de trabajo, según la Tabla 14. Cabe acotar que, al consultar el porqué de este comportamiento con el supervisor de la sub área de equipo médico, este indica en concordancia con la teoría, que las órdenes de mantenimiento correctivo al ocurrir por una falla implican el cambio total o parcial de un conjunto de componentes que forman parte del funcionamiento del equipo, esto impacta en el costo directo del material y la mano de obra.

Otro aspecto importante a destacar es que, la partida presupuestaria toma en cuenta el programa de mantenimiento, es decir, el trabajo preventivo. Este detalle, implica que las órdenes de correctivo, con un 52% de costos de materiales, no se encontraban previstas dentro del presupuesto, esta consecuencia impacta directamente en el monto global determinado para realizar mantenimiento preventivo en la sub área.

Para el proceso de mantenimiento preventivo, representa el 74% de las órdenes que ejecutó la sub área en el lapso estudiado, se encuentra que estas conforman el 38% de los costos de materiales y un 42% de los costos totales, a pesar de que el análisis que se realiza es porcentual, queda claro que para la sub área de equipo médico, la ejecución de órdenes de trabajo preventivas es más factible que el cumplimiento de órdenes correctivas.

Respecto al costo de mano de obra, se encuentra una correspondencia en la cantidad de tiempo invertido en el proceso preventivo, este corresponde al 61%, por lo tanto, el impacto del costo está en el material y el recurso físico al realizar trabajos correctivos. Igualmente, en el proceso de

mantenimiento correctivo, los costos de personal son un 27% menor al preventivo y los costos de materiales aumentan un 14% respecto al costo de materiales de preventivo. También, el mismo efecto se observa para el proceso de mejoras del recurso físico, en donde disminuyen los costos de personal y aumentan los costos de materiales.

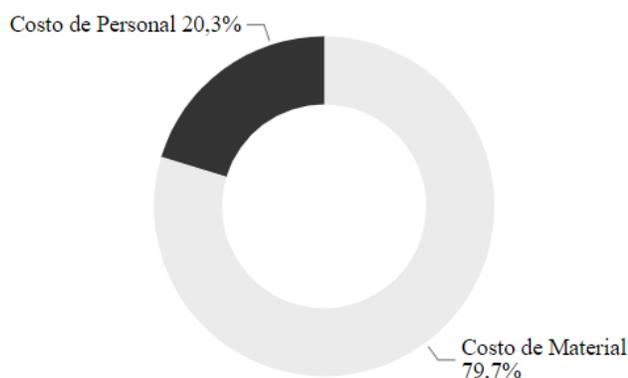
Para la realización de este análisis se tomó en cuenta la totalidad del personal técnico encargado de la ejecución de actividades, que para las sub áreas de electromecánica y obra civil es de 5 colaboradores y para la sub área de equipo médico es de 2 colaboradores. También, se toma como limitante el hecho de que el departamento de mantenimiento no cuenta con horas extras disponibles para la ejecución de tareas, por lo tanto, el tiempo total disponible es el tiempo de la jornada normal de ocho horas, sin turnos extras.

Con base en este análisis se tiene que para la sub área de equipo médico, los procesos de mantenimiento no planificado presentan mayor costo en relación con el mantenimiento preventivo, en gran medida esto se debe a que el costo de materiales y consumibles para el equipo médico es elevado en comparación con el costo de la planilla y por lo tanto dedicar tiempo al mantenimiento correctivo no agrega valor al departamento y limita tanto presupuestos como capacidad de respuesta, tal y como se observa en la siguiente imagen, el costo de la planilla para la realización de los tres procesos de mantenimiento representa solo un 20% del costo total y el 80% restante se asocia a los materiales como se observa en la Figura 22.

**Figura 22.**

*Distribución del costo total para equipo médico*

● Costo de Material ● Costo de Personal



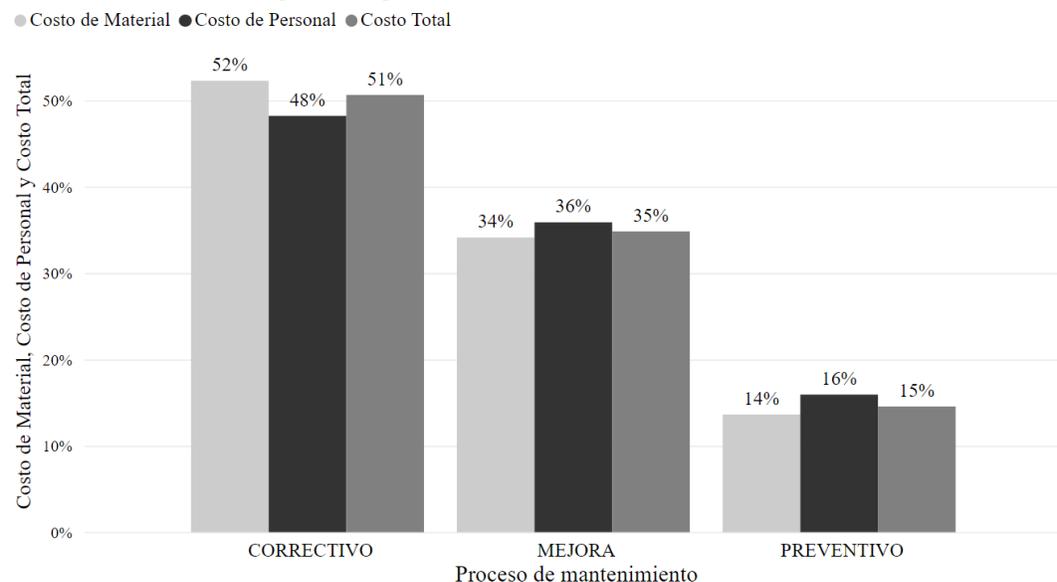
Con relación a ello, la distribución del costo que se tiene en la Figura 23, presenta algunas particularidades tales como el costo del personal de mantenimiento, ya que es un costo fijo, pues al no existir la posibilidad de realizar horas extras, este no cambiará en lo absoluto. Sin embargo, los costos de materiales varían en función de varios factores, por ejemplo, el tipo de mantenimiento a realizar, ya sean preventivo, correctivo o de mejora y también por las fallas que se presenten en el mismo.

### 2.3.4.2. Distribución de costos sub área de electromecánica

Para analizar la distribución del costo para esta sub área, en cuanto al personal y al costo de materiales por cada proceso, se consulta la base de datos del sistema SOCO e igualmente se contrasta con el análisis del indicador de mantenimiento preventivo que se realiza en la Tabla 16. De forma que, para realizar el análisis respectivo se muestra la Figura 23.

**Figura 23.**

*Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en electromecánica*



Asimismo, para la sub área de electromecánica se encuentra que un 18% de las órdenes de trabajo que se ejecutan corresponden a mantenimientos preventivos, de forma que, la gran mayoría corresponde a mantenimientos correctivos, como se observa en la Tabla 14.

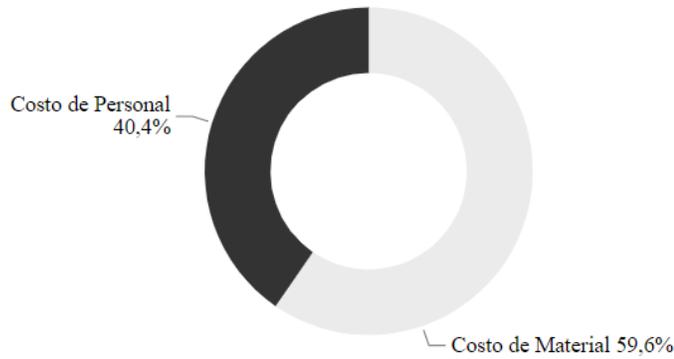
Ahora bien, la distribución del costo que se detalla en la Figura 23, indica que el mantenimiento correctivo absorbe el 52% del presupuesto asignado para la compra de materiales y un 34% de este mismo costo corresponde al proceso de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, el costo asociado por orden de trabajo tiene una relación similar entre los costos de ejecución.

Finalmente, la relación entre costos de personal y material (ver Figura 24), es más equitativa que en el caso de la sub área de equipo médico, donde se encuentra que el costo de materiales supera aproximadamente en un 20% el costo de la planilla de esta. Por consiguiente, los costos asociados a los procesos de la sub área en la totalidad se conforman con un 40.4% para el costo de personal y un 59.6% para el costo de materiales.

**Figura 24.**

*Distribución de costo total para equipo industrial*

● Costo de Material ● Costo de Personal



Al respecto, la distribución del costo que se observa en la Figura 24, muestra que existe un 20% de diferencia entre ambos rubros, de igual forma que en el caso anterior, los costos de personal son fijos y el costo de material es variable.

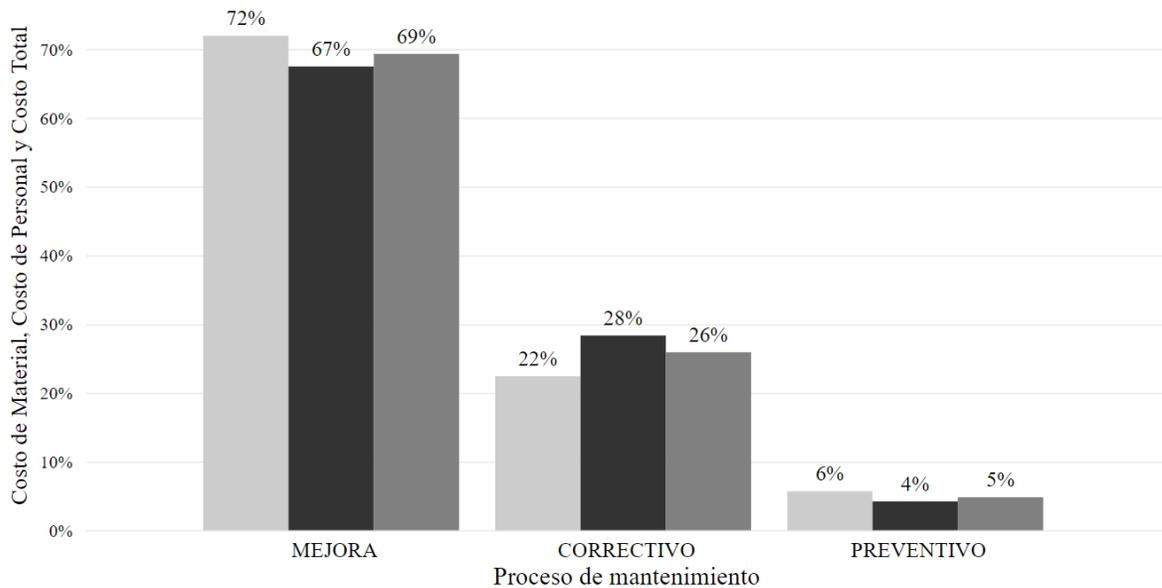
#### 2.3.4.3. *Distribución de costos sub área de obra civil*

Para analizar la distribución del costo para los tres procesos de mantenimiento en la sub área de obra civil, se detalla la Figura 25.

**Figura 25.**

*Distribución de costos para los procesos de mantenimiento en obra civil*

● Costo de Material ● Costo de Personal ● Costo Total



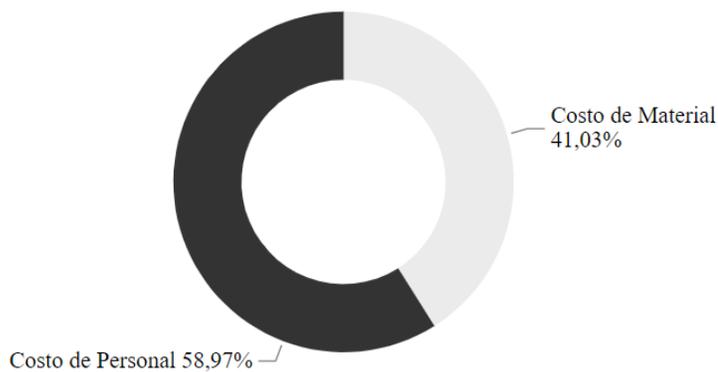
En referencia a ello, del total de órdenes de trabajo de obra civil (ver Tabla 14), el 56% corresponde a mejoras del recurso, estas impactan en un 72% del costo de materiales, razón por la cual es necesario establecer un punto de control en el diseño, dado a que la mayor cantidad de recursos que se consumen no están planificados (ver Figura 26).

Además, es importante destacar que el trabajo planificado solo representa el 5% del total del gasto en obra civil, puesto que solo el 5% de las órdenes de trabajo completadas corresponden a mantenimiento preventivo. Estos datos, evidencian que la obra civil es la sub área más débil y con mayores oportunidades de mejora en la planificación y estructuración de las actividades. Igualmente, al tomar en cuenta que esta sub área dispone de 5 colaboradores, sin horas extras aplicables, se concluye que el costo del material es menor en este departamento en comparación con los anteriores.

### Figura 26.

*Distribución de costo total para obra civil*

● Costo de Material ● Costo de Personal



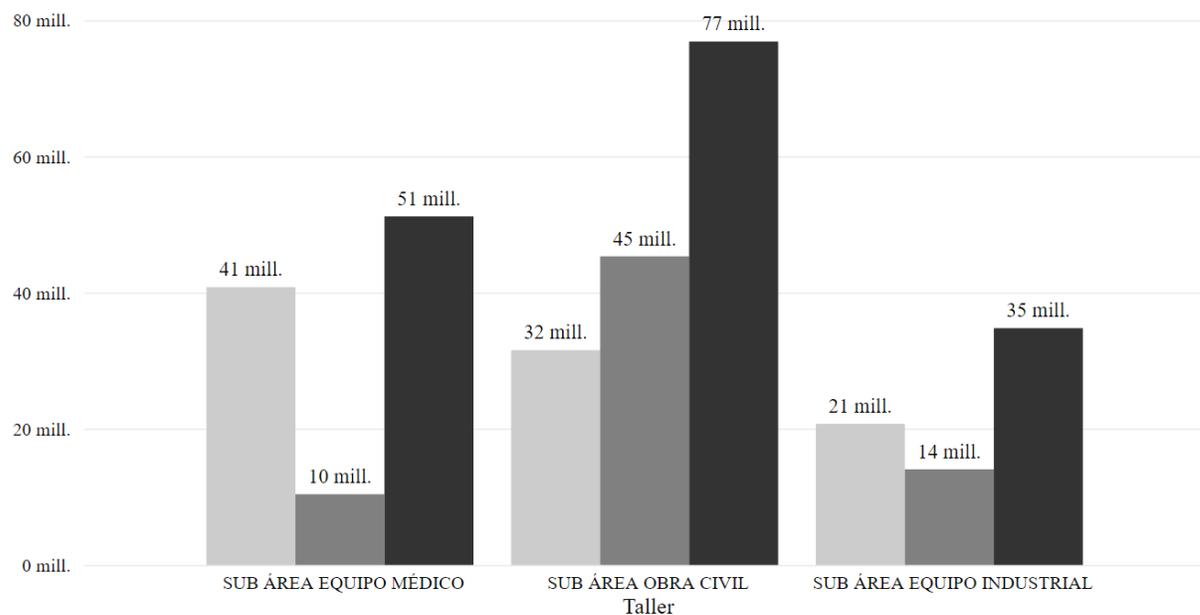
Resulta importante mencionar que, el comportamiento del costo en esta sub área, se debe a las especialidades técnicas que posee, por lo que no es comparable el costo de un repuesto para reparar infraestructura al costo de un repuesto de equipo médico, esto en concordancia con los supervisores de ambas sub áreas. Sin embargo, ninguna de las sub áreas es más o menos importante, puesto que ambas en conjunto garantizan la continuidad del servicio.

De esta manera, con el fin de comprender el comportamiento de costos para el departamento de I&M en la totalidad, se grafica la agrupación por talleres, de ello se obtiene como principal resultado que la obra civil representa casi el 50% de los gastos como se observa en la Figura 27.

**Figura 27.**

*Resumen de costos por personal y materiales para I&M*

● Suma de Costo de Material ● Suma de Costo de Personal ● Costo Total



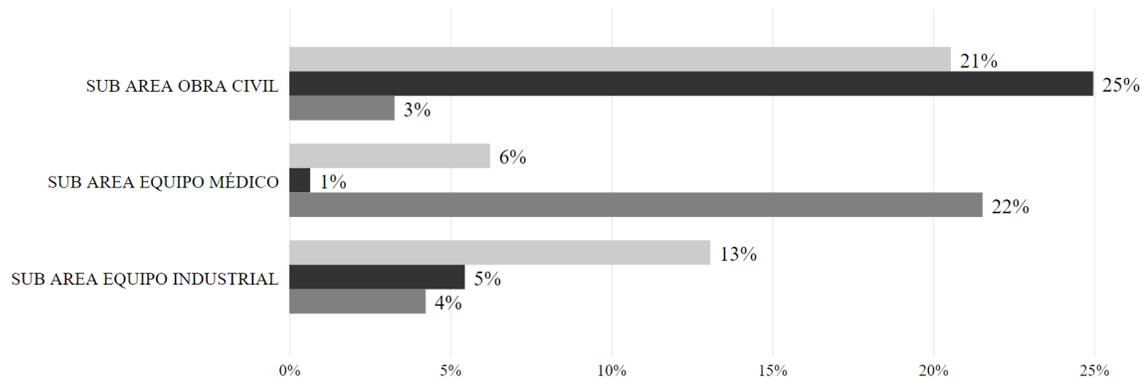
*Nota: Los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).*

Finalmente, del análisis realizado se conjetura que, para todas las sub áreas, el costo del mantenimiento no planificado es mayor que el mantenimiento planificado, y contrastando con el comportamiento, entre éstas se percibe que prácticamente solo equipo médico realiza mantenimientos planificados, por lo que el departamento de I&M está incurriendo un costo mayor por realizar el mantenimiento no planificado (Ver Figura 28).

**Figura 28.**

*Resumen de costos por proceso para el área de I&M*

Orden de trabajo ● CORRECTIVO ● MEJORA ● PREVENTIVO



De tal manera, es necesario determinar cuál es la causa, y el respectivo impacto, que se asocian a que las sub áreas de electromecánica y obra civil realicen en mayor medida mantenimientos no planificados. Asimismo, cuáles son los motivos por los que la mayor cantidad de mantenimiento que realiza equipo médico son mantenimientos planificados.

### 2.3.5. Análisis de causa raíz

Como se menciona anteriormente, existe un comportamiento no deseado en dos de los tres departamentos de mantenimiento. Para identificar la causa raíz de este, se utiliza la herramienta denominada cinco porqués, ya que, según Acosta, Soler y Molina, (2017), esta técnica se refiere a la práctica de preguntar cinco veces por qué ha ocurrido un determinado fallo, a fin de obtener la causa o las causas raíz del problema. En efecto, esta técnica es una de las más utilizadas, debido a que no requiere de ningún formato en específico más que realizar una serie de cuestionamientos que deben documentarse para evidenciar la problemática encontrada (ver Tabla 17).

**Tabla 17.**

*Análisis de causa raíz*

<b>Síntoma Validado</b>	<b>1° Por qué</b>	<b>2° Por qué</b>	<b>3° Por qué</b>	<b>Causa Raíz</b>
La sub área de equipo médico realiza mayor cantidad de mantenimientos preventivos que correctivos y mejoras del recurso físico	Porque la sub área de equipo médico tiene conocimiento de la cantidad de equipos que le corresponde dar mantenimiento y establece periodos para realizarlo	Porque esto permite tener mayor control sobre el estado de los equipos y evitar fallas	Porque para la sub área de equipo médico es más costoso reparar una falla de un equipo que prevenirla	La sub área de equipo médico posee un nivel alto de planificación en los procesos de mantenimiento
La sub área de electromecánica realiza menor cantidad de mantenimientos preventivos que correctivos y mejoras del recurso físico	Porque existen cronogramas, sin embargo, no se utilizan. Además, se desconoce la cantidad de equipos y los periodos de mantenimiento que estos tienen	Porque es necesario un análisis del universo de trabajo en el área	Porque para la sub área de electromecánica es más costoso reparar un equipo que prevenir la falla	Falencias en la ejecución de los cronogramas de mantenimiento y necesidad de realizar el reconocimiento del universo de trabajo en la sub área
La sub área de obra civil realiza la mayor cantidad de órdenes de mejora del recurso físico, consumiendo esta sub área casi la mitad de los costos de mantenimiento, con índices de preventivo casi nulos	Porque no existe una metodología de priorización de órdenes de trabajo y el recurso físico responde a la demanda de solicitudes	Porque el trabajo se realiza bajo la demanda diaria omitiendo el cronograma de actividades establecido	Porque no existe un universo de trabajo establecido y un costo de oportunidad perdido por no realizar trabajo preventivo	Oportunidades de mejora en la administración del recurso, la capacidad y eficacia del mismo

Finalmente, como parte del análisis situacional del área de I&M, se procede a analizar las estrategias que utiliza cada sub área para abordar las necesidades de mantenimiento de los equipos a cargo. Debido a que, las sub áreas de mantenimiento son independientes los resultados de estas dependen de la gestión realizada por cada uno de los supervisores y de las estrategias que utilicen cada uno de ellos para lograr los objetivos. Sin embargo, deben de tener en común que las estrategias deben ir dirigidas a minimizar los costos asociados al mantenimiento. No obstante, como se pudo observar en la Tabla 14, el comportamiento de las sub áreas se distribuye en dos extremos, por una parte, la sub área de equipo médico adopta la estrategia de mantenimiento preventivo como filosofía de trabajo, mientras que las sub áreas de electromecánica y obra civil optan por la estrategia de un mantenimiento no planificado como filosofía de trabajo. Por consiguiente, esto resulta en un aumento de costos, ya que utilizar una estrategia de trabajo basada en el mantenimiento no planificado impacta directamente en el costo de los materiales y la mano de obra.

Con el fin de comprender mejor este comportamiento, se procede a dialogar con cada uno de los supervisores de cada sub área mediante una entrevista estructurada, puesto que, según López (1994). “Las entrevistas estructuradas o planificadas siguen un orden de cuestionamientos muy estricto, con el fin de restar libertad de réplica o para dar la oportunidad al entrevistado de salirse del guión. El entrevistador, por consiguiente, planifica las preguntas mediante un guión preestablecido, secuenciado y dirigido, cuyas respuestas suelen ser cerradas o con una respuesta predeterminada”.

Respecto a este trabajo, el detalle de la entrevista realizada se presenta en el Apéndice 3, en la Figura A 3.1. Las respuestas obtenidas indican, nuevamente, que la estrategia de planificación oficial emitida por la CCSS, en donde se contienen KPI's para mejorar la eficiencia del área en cuanto al control del mantenimiento preventivo y disminución del correctivo, no se aplica actualmente. Por lo tanto, realizar la planeación es un asunto propio de cada supervisor.

En cuanto a la estrategia y el uso de herramientas, el supervisor elabora un cronograma de mantenimiento, basado en la periodicidad y criticidad de los equipos, para establecer el mantenimiento preventivo que considera los materiales requeridos por cada intervención y las veces que estos se repetirán al año. De forma que, en el presupuesto es incluido los materiales necesarios para suplir las necesidades de mantenimiento en el tiempo adecuado.

Por otra parte, se sigue una metodología de trabajo no planificado basada en la ocurrencia de fallas por equipo y la demanda de solicitudes de mejoras por parte de las unidades usuarias. Esta estrategia, al no establecer un cronograma de actividades no considera un respaldo de materiales planificados lo que aumenta el consumo de los materiales disponibles para preventivo, esto da como resultado un desabastecimiento de la bodega y la generación de órdenes de reaprovisionamiento. Asimismo, al ser el HCLVV una institución pública esto implica una labor que debe cumplir con normas institucionales.

Cabe acotar que, con la aplicación de la encuesta se concluyen aspectos importantes a pesar de contar con un cronograma de mantenimiento preventivo en las 3 sub áreas, solo equipo médico tiene documentado el avance mensual de la cantidad de equipos valorados según la periodicidad lo establece. Además, las sub áreas de electromecánica y obra civil no poseen documentos que respalden

la ejecución de las actividades, lo que se evidencia en el sistema SOCO con la concentración de órdenes de trabajo realizadas en materia de mantenimiento correctivo y mejoras del recurso físico.

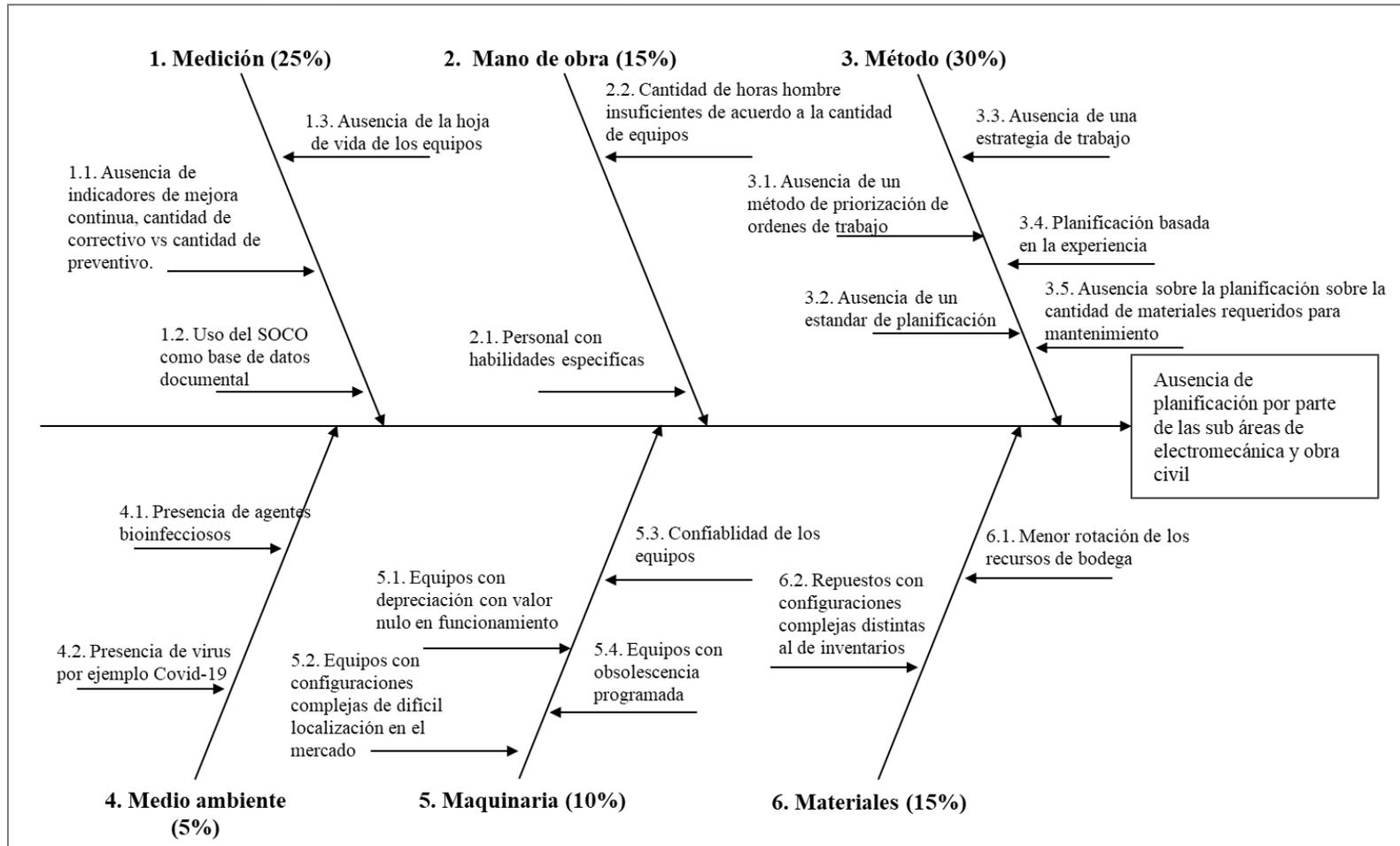
Ante ello, se deduce que, en concordancia con el análisis de órdenes de trabajo la sub área de equipo médico mantiene una metodología de mantenimiento preventivo basada en la periodicidad de los equipos, mientras que para las sub áreas de electromecánica y obra civil, se requiere intervenir y definir estrategias de mantenimiento, se parte desde el reconocimiento de los equipos, se definen periodicidades, se diseñan los cronogramas de equipos y se plasman todas estas necesidades en los presupuestos; con el fin de que, en el momento de que se ejecute el plan, exista el inventario en bodega necesario para ejecutar las actividades.

Para finalizar, se realizan los siguientes diagramas de Ishikawa, para observar de manera gráfica el comportamiento del área de I&M (ver Figura 29 y Figura 30).

Seguidamente, se procede a clasificar el impacto sobre la planificación para cada uno de los diagramas anteriores, es decir, se evalúa porcentualmente el impacto de cada causa sobre el efecto que se tiene. En el caso de la sub área de equipo médico, se evalúa cada causa, da como resultado que dicha sub área reporta una menor cantidad de correctivo en relación con las demás sub áreas. Para realizar esta clasificación se procede a utilizar el criterio de experto de cada supervisor de las sub áreas y el criterio del jefe de mantenimiento (ver Tabla 18 y Tabla 19).

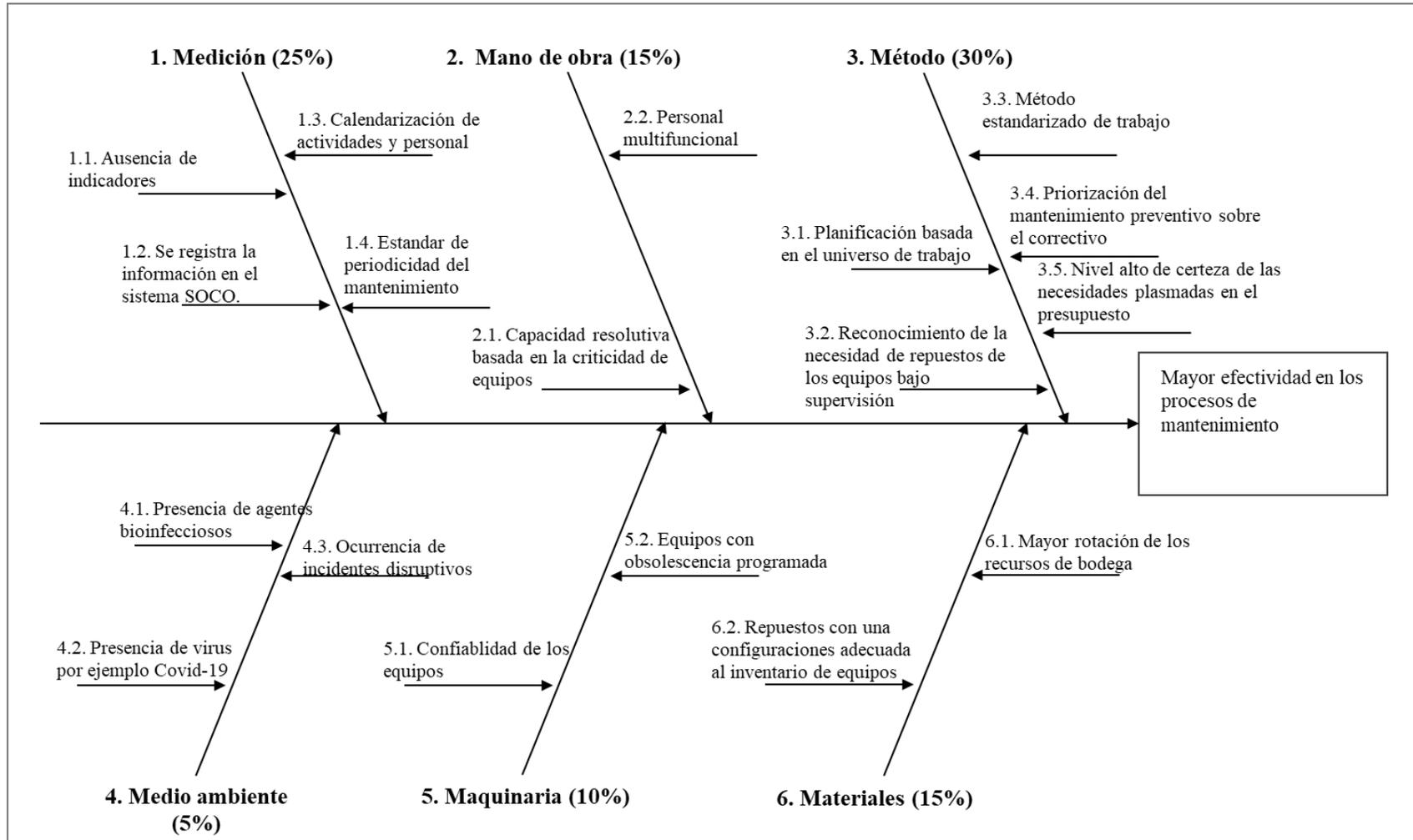
**Figura 29.**

*Causas de la ausencia de planificación en electromecánica y obra civil*



**Figura 30.**

*Causas del comportamiento en equipo médico*



**Tabla 18.***Impacto de las causas de la poca efectividad en equipo médico*

<b>Causas</b>		<b>Impacto</b>
1. Medición:	1.1. Ausencia de indicadores	5,0
	1.2. Se registra la información en el sistema SOCO	5,0
	1.3. Calendarización de actividades y personal	10,0
	1.4. Estándar de periodicidad del mantenimiento	5,0
2. Mano de obra:	2.1. Capacidad de horas hombre suficientes de acuerdo a las necesidades de mantenimiento de los equipos, conforme a la estrategia	10,0
	2.2. Personal multifuncional	5,0
3. Método:	3.1. Planificación basada en el universo de trabajo	10,0
	3.2. Reconocimiento de la necesidad de repuestos de los equipos bajo supervisión	5,0
	3.3. Método estandarizado de trabajo	5,0
	3.4. Priorización del mantenimiento preventivo sobre el correctivo	5,0
	3.5. Nivel alto de certeza de las necesidades plasmadas en el presupuesto	5,0
4. Medio ambiente:	4.1. Presencia de agentes bioinfecciosos	2,5
	4.2. Presencia de virus (por ejemplo, Covid-19)	2,5
5. Maquinaria:	5.1. Confiabilidad de los equipos	5,0
	5.2. Equipos con obsolescencia programada	5,0
6. Materiales:	6.1. Mayor rotación de los recursos de bodega	7,5
	6.2. Repuestos con una configuración adecuada al inventario de equipos	7,5

**Tabla 19***Impacto de las causas de la poca efectividad en electromecánica y obra civil*

<b>Causas</b>	<b>Detalle</b>	<b>Impacto</b>
1. Medición:	1.1. Ausencia de indicadores de mejora continua, cantidad de correctivo, cantidad de preventivo	10,0
	1.2. Uso del SOCO como base de datos documental	5,0
	1.3. Ausencia de la hoja de vida de los equipos	10,0
2. Mano de obra:	2.1. Ausencia de personal multifuncional	5,0
	2.2. Cantidad de horas hombre insuficiente de acuerdo a la cantidad de equipos	10,0
3. Método:	3.1. Ausencia de un método de clasificación de órdenes de trabajo	7,5
	3.2. Ausencia de un estándar de planificación	10,0
	3.3. Ausencia de una estrategia de trabajo	5,0
	3.4. Planificación basada en la experiencia	5,0
	3.5. Ausencia en la planificación sobre la cantidad de materiales requeridos para mantenimiento	2,5
4. Medio ambiente:	4.1. Presencia de agentes bioinfecciosos	2,5
	4.2. Presencia de virus (por ejemplo, Covid-19)	2,5
5. Maquinaria:	5.1. Equipos depreciados con valor nulo en funcionamiento	2,5
	5.2. Equipos con configuraciones complejas de difícil localización en el mercado	2,5
	5.3. Confiabilidad de los equipos	2,5
	5.4. Equipos con obsolescencia programada	2,5
6. Materiales:	6.1. Menor rotación de los recursos de bodega	7,5
	6.2. Repuestos con configuraciones complejas distintas al de inventarios	7,5

De este modo, como parte del análisis de las causas y efectos, en cada sub área se obtienen conclusiones sobre el impacto que estas generan, por otra parte, también se observa que dicho impacto puede ser negativo o positivo dependiendo de cada sub área. Igualmente, como se ha mencionado a lo largo de este documento, el área de I&M, no ejecuta actualmente los indicadores de control que apoyan la mejora continua y, según el análisis realizado, se concluye que la ausencia de los mismos tiene un impacto distinto para las sub áreas, mientras que para la sub área de equipo médico el impacto de esta causa representa un 5% de las causas asociadas a la medición, en las sub áreas de electromecánica y obra civil esta genera un impacto del 10%. Todo ello, se debe a que para la sub área de equipo médico existe una calendarización de las actividades acompañado del parámetro de periodicidad, que al cumplirse inherentemente los efectos provocan el comportamiento observado en dicha sub área.

En cuanto a las causas asociadas a la mano de obra, la capacidad para brindar el servicio de mantenimiento debe de ser suficiente para cubrir los equipos críticos, además, el personal debe de ser multifuncional. En cuanto al método, es quizás donde mayor destaque la sub área de equipo médico, la planificación basada en el universo de trabajo es el principal soporte ya que de ella se desprenden las necesidades de repuestos de equipos, la inclusión en los presupuestos y la asignación de las cargas de trabajo. Mientras que para las sub áreas de electromecánica y obra civil la planificación se realiza a criterio de experto por parte de los supervisores encargados, siendo este el factor que genera mayor impacto. Por consiguiente, esto repercute directamente en la disponibilidad de repuestos, dado a que estas sub áreas desconocen las cantidades que necesitarán para cubrir un periodo.

Para las causas asociadas al medio ambiente, se tiene que la presencia de agentes bioinfecciosos y virus, son factores latentes de improductividad, dado a que merman la capacidad por el impacto que estos mismos generan, este efecto se le asocia a variables exógenas. En cuanto a las causas asociadas a la maquinaria, para el bien o para el mal de las sub áreas, los equipos tienen la vida útil ya programada, esto a la vez es un indicador que permite aplicar mantenimiento antes del fallo o bien si se presentan constantes fallos debido al cumplimiento del ciclo de vida de los equipos.

Finalmente, en cuanto a los materiales, estos están estrictamente ligados a la planificación que se realiza en el método, por lo cual, el impacto que se mide se arrastra desde el método de planificación. Así que, para realizar el diseño es importante definir cuál sub área debe de intervenir en los procesos prioritariamente, para esto se utiliza una matriz multicriterio que parte del impacto que se asignó a las causas, en la realización del diagrama de Ishikawa, de forma que exista una relación entre las causas y las necesidades de rediseño de actividades, para esto, se emplea el mismo grupo interdisciplinario.

A continuación, la Tabla 20 presenta el detalle del análisis realizado.

**Tabla 20.***Matriz para priorizar las intervenciones*

<b>Criterios Necesidades / Opciones 1-10</b>	<b>Sub área de equipo médico</b>	<b>Sub área de electromecánica</b>	<b>Sub área de obra civil</b>
Necesidad de implementar indicadores	8,0	10,0	10,0
Crear cronograma de mantenimiento preventivo	5,0	10,0	10,0
Definir un estándar de periodicidad de mantenimiento	5,0	10,0	10,0
Necesidad de reconocer el universo de trabajo	5,0	10,0	10,0
Compra de repuestos basado en las necesidades de periodicidad del mantenimiento	10,0	10,0	10,0
Método de trabajo (equipos)	5,0	8,0	10,0
Priorización del mantenimiento preventivo sobre el correctivo	5,0	8,0	10,0
Determinar la confiabilidad de los equipos	10,0	10,0	10,0
Documentar la hoja de vida de los equipos	10,0	10,0	10,0
Necesidad de priorizar las órdenes de trabajo que se reciben	5,0	10,0	10,0
Necesidad de implementar un estándar de planificación	5,0	10,0	10,0
<b>Total:</b>	<b>33,0</b>	<b>33,5</b>	<b>33,5</b>

Según la Tabla 20, las sub áreas de obra civil y electromecánica son las primeras que deben de intervenir, debido a las necesidades que presentan. Además, por el buen manejo, la sub área de equipo médico es la última en la que se realizará intervención sin dejar de ser importante evaluar el funcionamiento.

Además, como se menciona anteriormente la independencia de las sub áreas provoca que estas deban de intervenir una a una y no sea factible diseñar una metodología universal para las tres, dado a que, el universo de trabajo de cada una de ellas es completamente distinto y en ello se debe de identificar la cantidad de equipos, la capacidad de brindar soporte por parte de la sub área a cargo, las necesidades de repuestos, las periodicidades de mantenimiento y finalmente la confiabilidad de los equipos que componen las sub áreas.

Seguidamente, se procede a evaluar el nivel de avance en la gestión del mantenimiento por parte de la unidad de I&M, esto a raíz de que el SIGMI establece que la gestión es un factor importante de evaluar, puesto que, con estas evaluaciones es posible determinar las oportunidades de mejora que presentan los departamentos en cuanto a la planificación, ejecución y control de las actividades.

### 2.3.6. Evaluación del sistema de gestión de mantenimiento de I&M

Por otra parte, la teoría de evaluación multicriterio, comprende un conjunto de teorías, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, aplicable no solo al análisis de inversiones sino a una amplia gama de problemas en la gestión tanto privada como pública (Contreras, 2003).

De igual manera, Render (2012, p. 72), menciona que la teoría de decisiones es una manera analítica y sistemática de enfrentar los problemas, para ello, propone 6 pasos básicos en la toma de decisiones:

- a. Definir con claridad el problema que enfrenta.
- b. Hacer una lista de las alternativas posibles.

- c. Identificar los resultados posibles o los estados de naturaleza.
- d. Numerar los pagos de cada combinación de alternativas y resultados.
- e. Elegir uno de los modelos matemáticos de la teoría de las decisiones.
- f. Aplicar el modelo y tomar la decisión.

Por ende, la decisión multicriterio se clasifica en cuanto al número de alternativas a considerar, siendo finito o infinito (ver

Tabla 21). Asimismo, discreta y aborda problemas en los que el número de alternativas es finito y se conoce la evaluación sobre distintas características (denominadas atributos), de carácter cuantitativo o cualitativo (Font, 2000, p. 58). Mientras que, cuando las funciones objetivo toman un número infinito de valores distintos que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema, se llama decisión multiobjetivo (Salas, 2011). Por consiguiente, el método de evaluación de decisiones o criterios, además de seleccionar la mejor de las alternativas, permite generar una jerarquización entre ellas (de la más importante a la menos importante).

**Tabla 21.**

*Métodos de evaluación y decisión multicriterio*

		<b>Tipo de decisión</b>	
		<b>Multiobjetivo</b>	<b>Multicriterio discreta</b>
<b>Número de criterios</b>	<b>Finitas</b>	Programación lineal o entera Análisis de componentes principales (ACP) Método de las ponderaciones Noninferor set estimation (NISE) Multicriterio Simplex	Ponderación lineal (scoring) Utilidad multiatributo (MAUT) Relación de superación Proceso analítico jerárquico (PAJ)
	<b>Infinitas</b>		

*Nota:* Adaptado de *Modelo de priorización de proyectos de inversión*, Salas (2011).

Ante ello, el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), desarrollado por el doctor en ciencias matemáticas Thomas L. Saaty (*The Analytic Hierachy Process*) en 1980, está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples (Cordero, 2019, p. 27). Así pues, el método convencional de PAJ para decisiones de tipo discreto proporciona la prioridad, o importancia relativa, de los elementos comparados mediante: la aplicación del método del autovector principal normalizado, según el modo distributivo para calcular las prioridades locales, el principio de composición jerárquica para obtener las prioridades globales y la agregación multiaditiva para obtener las prioridades totales. Estas prioridades (totales) pueden ser utilizadas con distintos fines: selección de una o varias alternativas (problema tipo  $\alpha$ ); ordenación de todas ellas (problema tipo  $\gamma$ ) (Moreno 2000, p. 99).

Por otra parte, el análisis de procesos jerárquicos tiene los siguientes beneficios en cuanto a la clasificación de criterios:

- a. Detecta y acepta, dentro de ciertos límites, la incoherencia de los decisores humanos.
- b. Permite emplear de forma natural una jerarquización de los criterios, cosa que no pueden hacer los métodos que exigen comparaciones globales de las alternativas.

- c. No se necesita información cuantitativa acerca del resultado que alcanza cada alternativa en cada uno de los criterios considerados, sino tan solo los juicios de valor del centro calificador.

Por ello, el Método PAJ propone un modelo que posibilita comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad. Con fundamentos matemáticos del área de investigación de operaciones. Esto debido a que, consiste en jerarquizar los criterios de evaluación del problema, los cuales se clasifican mediante escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad (Salas 2011, p. 68). Asimismo, los valores de la escala de Saaty (Tabla 22), son utilizados para comparar dos elementos “a” y “b”, respecto de un criterio “c” inmediatamente superior.

**Tabla 22.**

*Tabla de evaluación Saaty de criterios para el método PAJ*

Valor numérico	Descripción
1	Ambos criterios tienen igual de importancia
3	Débil o moderada importancia del uno sobre el otro
5	Importancia fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia muy fuerte de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro

*Nota:* tomado de la *guía metodológica para la priorización de proyectos*, Holguín (2012).

Por lo tanto, los pasos para desarrollar una priorización de criterios a través del método PAJ (Salas 2011, p. 70), se encuentran en determinar el vector propio o autovector, que permite determinar la jerarquización de prioridades de las alternativas evaluadas. El valor propio o autovalor corresponde a la medida de la consistencia de los juicios emitidos respecto a la matriz de comparaciones pareadas.

Respecto a ello, el método PAJ propone una manera de ordenar el pensamiento analítico por medio de tres principios (Salas 2011, p. 70):

- a. Construcción de las jerarquías.
- b. Establecimiento de prioridades: se realiza en función de comparaciones de pares respecto a un criterio dado. La comparación pareada está basada en la intuición, datos o análisis previos y experiencias.
- c. Consistencia lógica: relacionada con el grado de consistencia en la dispersión de la calificación de criterios.

Por lo tanto, el PAJ mide la inconsistencia global de los juicios mediante la proporción de la consistencia, cuyo valor no debe superar el 10%. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares. Para tal efecto, el índice de consistencia se da por la fórmula (Salas 2011, p. 71):

**Ecuación 3:** Índice de consistencia

$$CI = \frac{\lambda_{max} - 1}{n - 1},$$

En tal fórmula:

- a.  $n$ , es el tamaño de la matriz.
- b. CI, corresponde al Índice de consistencia.
- c.  $\lambda_{\max}$ , máximo valor propio.

Igualmente, una de las partes más relevantes del PAJ, consiste en la estructuración de la jerarquía del problema, que está conformada por el objetivo general, criterios y subcriterios.

- a. Definición del objetivo. Se define el objetivo bajo el siguiente postulado: “Evaluación de la gestión de mantenimiento del Hospital CLVV”.
- b. Identificación de criterios: Los criterios son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y expresan las preferencias de los implicados en la toma de decisiones, se deben incluir aspectos cuantitativos y cualitativos.

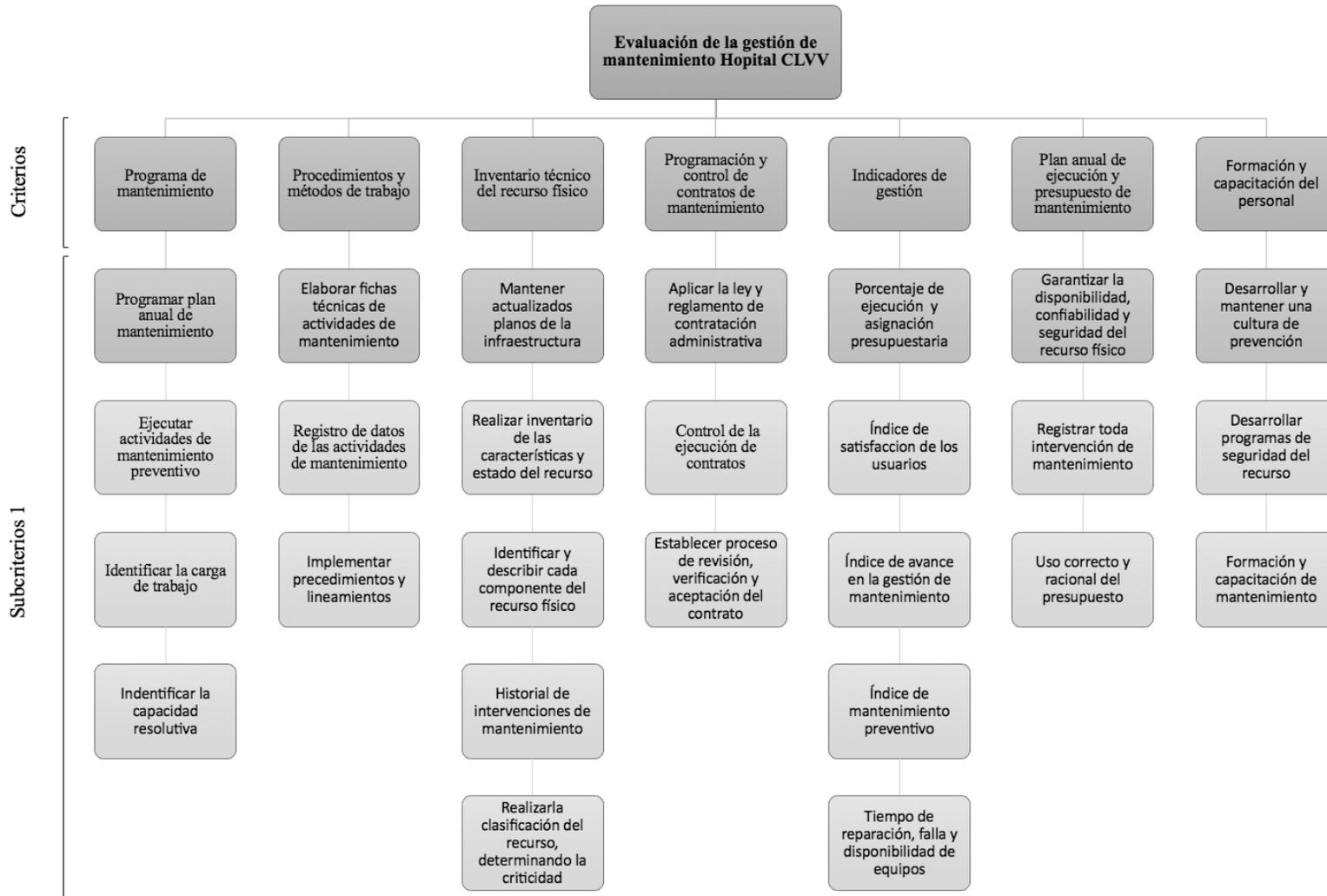
En este caso, para la evaluación de la gestión se identificaron 7 criterios principales (ver Figura 31), desprendidos de las obligaciones de la unidad local de I&M, según el artículo 36 del Reglamento del SIGMI. En este se definen los requisitos que debe cumplir la unidad ejecutora para desarrollar los procesos de gestión del mantenimiento, los cuales se detallan a continuación. (Los pasos seguidos se detallan en la Figura 32)

- a. Programa de mantenimiento: se debe planificar, ejecutar, evaluar y controlar los programas de mantenimiento del recurso físico de la unidad ejecutora. Para ello, se debe realizar y ejecutar actividades de mantenimiento preventivo en concordancia con los programas previamente definidos. Asimismo, identificar la carga de trabajo requerida para llevar a cabo las actividades de mantenimiento programadas y determinar la capacidad resolutive que dispone la unidad. Cabe destacar que, dentro de este plan anual operativo de mantenimiento se deben considerar las acciones preventivas para mitigar o eliminar la materialización del riesgo.
- b. Procedimiento y métodos de trabajo: es necesario elaborar procedimientos de operación y mantenimiento de la infraestructura, instalaciones, equipos médicos, industriales, de oficina, mobiliario y otros, subordinados a la política, al reglamento y a las normas generales. Establecer los métodos de trabajo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del recurso físico de la unidad ejecutora. Para ello, debe elaborarse una ficha de actividades de mantenimiento programadas, sean correctivas, preventivas o de cualquier otro tipo, con la periodicidad o frecuencia cuando corresponda y una descripción puntual de las actividades a realizar. Actualizar el registro de los datos o la base de datos de actividades de mantenimiento, implementar los lineamientos que se establezcan a nivel institucional por la autoridad competente.
- c. Inventario técnico del recurso físico: para ello, se debe levantar y mantener actualizado el inventario técnico del recurso físico de la unidad ejecutora. Administrar y mantener actualizados los planos de la infraestructura que conforma el establecimiento y entorno. Contar con un inventario técnico de las características y del estado del recurso físico. Cada componente del recurso físico sea equipamiento, mobiliario, infraestructura o instalaciones,

debe estar identificado y descrito. La clasificación del recurso físico deberá tomar en cuenta los criterios de riesgo, afectación, utilización, frecuencia y tiempo según sea el tipo de recurso físico, de forma que se pueda definir la criticidad de cada elemento. Para cada activo del recurso físico, debe llevarse un historial de las intervenciones realizadas tanto de mantenimiento programado como no programado. Especificar las condiciones ambientales de la infraestructura: especificar requerimientos ambientales que son particulares de cada ambiente/recinto, tales como características de ventilación, de iluminación, de flujos de procesos.

- d. Programación y control de contratos: para ello, se deben elaborar los términos de referencia para la contratación de bienes y servicios para el mantenimiento del recurso físico. Verificar que los contratos contengan las condiciones técnicas de cómo se brindará el servicio contratado. Además, elaborar los términos de referencia que se deben incluir en el cartel para la contratación del mantenimiento. Se debe controlar y verificar el cumplimiento de la ejecución de los contratos a terceros, en lo que respecta a los aspectos técnicos y administrativos de mantenimiento del recurso físico. También, es esencial establecer un proceso para revisar, verificar y aceptar el cumplimiento de las condiciones y especificaciones del objeto o servicio contratado, todo ello, aplicando lo establecido en la Ley y Reglamento de Contratación Administrativa.
- e. Indicador de gestión, con el fin de generar información relevante para una oportuna toma de decisiones, se deben implementar los lineamientos que se establezcan a nivel institucional por la autoridad competente, incluyendo indicadores de gestión, así como incorporar indicadores de eficiencia y eficacia del mantenimiento y del estado del recurso físico, todo de acuerdo con la normativa y la guía para identificar los indicadores del sistema de gestión de mantenimiento institucional (GIT-I-GR-119).
- f. Plan anual de presupuestos, se debe formular el plan anual operativo y el presupuesto de la unidad o actividad de mantenimiento. En el que se haga un uso correcto y racional de los recursos presupuestarios asignados a la gestión de mantenimiento, de forma que, se garantice la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico existente. Además, toda intervención de mantenimiento sobre el recurso físico debe quedar registrada y documentada oportunamente.
- g. Formación y capacitación, es primordial realizar la capacitación del personal de la unidad o actividad de mantenimiento, de acuerdo con el requerimiento de conocimiento, destrezas y habilidad. Igualmente, desarrollar y mantener una cultura de prevención y seguridad en el trabajo técnico, participar en el desarrollo de programas de seguridad del recurso físico formación y capacitación adecuada para operar de todo el recurso físico.

**Figura 31.**  
*Árbol de Jerarquización*



Cabe mencionar que, el proceso analítico jerárquico, propone un modelo que permite comparar los elementos y establecer órdenes de prioridad con fundamentos matemáticos del área de investigación de operaciones. Para ahondar más en ello, la metodología empleada para la construcción del indicador de gestión se resume en la Tabla 23.

**Figura 32.**

*Diagrama de flujo del método AHP o PAJ*

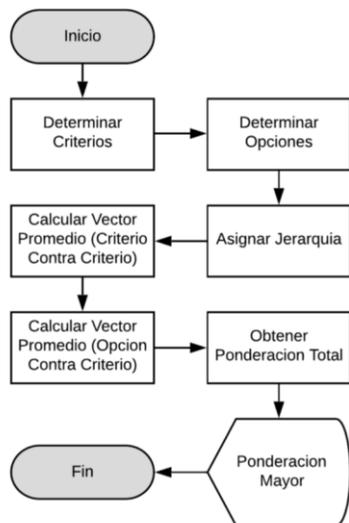


Figura 1. Diagrama de flujo del método AHP.

Nota: tomado de Holguín, 2012.

**Tabla 23.**

*Resumen de la metodología en la selección del modelo de evaluación*

Criterios	Detalle	Tipo de Modelo
<b>No de criterios a evaluar:</b>	(Programa de mantenimiento – Procedimientos y métodos de trabajo – Inventario técnico del recurso físico – Programación y control de contratos – Indicadores de gestión – Plan anual de presupuestos – Formación y capacitación)	Complejo
<b>Tipo de variables:</b>	Cualitativas y cuantitativas	Mixto
<b>No de sub criterios:</b>	Finitos	Decisión multicriterio
<b>Objetivo:</b>	Evaluación de la gestión de mantenimiento del Hospital CLVV	discreta
<b>Cantidad de información y evidencias disponibles:</b>	Nivel alto de información disponible en el sistema SOCO	Proceso analítico jerárquico

Con base a la escala propuesta por Saaty (Tabla 22), se procede a realizar comparaciones binarias, a través de una matriz criterio vs criterio, respecto al objetivo y subcriterio vs subcriterio referente a un criterio superior. Para ello, se les asigna un valor numérico según la importancia de los mismos, respecto al objetivo general, de esta manera se obtienen prioridades locales y globales de cada elemento de la jerarquía (Salas 2011, p. 72).

El primer paso, consiste en comparar todos los criterios conforme al objetivo, el cual es evaluar el avance en la gestión del mantenimiento. Para ello, se construye la matriz mostrada en la Tabla 25 de tamaño 7x7 (filas x columnas), en función a la cantidad de los criterios establecidos en la Tabla 24.

**Tabla 24.**

*Escala de comparación entre pares*

Valor numérico	Descripción
1	Ambos criterios tienen igual de importancia
2	Débil o moderada importancia del uno sobre el otro
3	Importancia fuerte de un criterio sobre el otro
4	Importancia muy fuerte de un criterio sobre otro
5	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro

**Tabla 25.**

*Matriz A de tamaño 7x7 para la comparación de los criterios*

Criterios	Criterios						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Programa de mantenimiento	1	1/2	1/2	2	2	3	2
Procedimientos y métodos de trabajo	2	1	1/2	2	3	3	2
Inventario técnico del recurso físico	2	2	1	2	2	2	3
Programación y control de contratos	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	2
Indicadores de gestión	1/2	1/3	1/2	2	1	1/2	1/2
Plan anual de presupuestos	1/3	1/3	1/2	2	2	1	2
Formación y capacitación	1/2	1/2	1/3	1/2	2	1/2	1

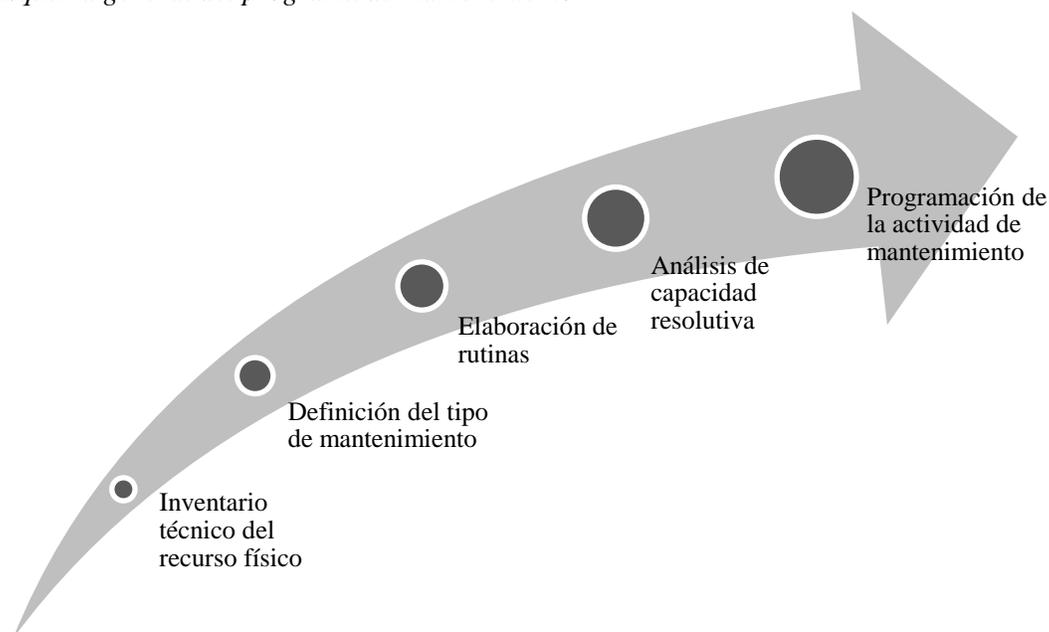
Matriz de comparación

Al respecto, los elementos de la diagonal principal de la matriz asumen todos, el valor de 1, se considera que cada elemento es igualmente importante consigo mismo. No obstante, los elementos por debajo de la diagonal principal, son la inversa de los elementos simétricos situados por encima de la diagonal principal, es decir, si el criterio programa de mantenimiento es tres veces más importante que el criterio de presupuestos respecto del objetivo, entonces, el criterio de presupuestos es tres veces menos importante que el criterio de mantenimiento respecto del objetivo planteado.

Cabe acotar que, para la evaluación de los criterios, se toma como referencia los lineamientos y pasos de la normativa de la CCSS respecto al mantenimiento enlistado en la Tabla 26 y el establecimiento de jerarquías con el orden de prioridades propuesto en la guía del programa general de mantenimiento (ver Figura 33).

**Figura 33.**

*Esquema general del programa de mantenimiento*



*Nota.* Obtenido de la *Guía para la elaboración del programa general de mantenimiento CCSS (2015)*

**Tabla 26.**

*Normativa de referencia para la conformación de criterios y subcriterios*

<b>Normativa</b>	<b>Descripción</b>
DIG-DIM-RGGM	Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional
DMI-P04-PR01	Procedimiento reconocimiento del universo de trabajo de mantenimiento
GIT-I-GR-119	Guía para la identificación de los indicadores del SIGMI
GIT-I-GR-I-110	Guía para la elaboración del programa general de mantenimiento del recurso físico en las unidades de la Caja Costarricense del Seguro Social
GIT-I-GR-I-111	Guía para la elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo

Para determinar el autovector y autovalor de una matriz, se procede al cálculo del “Eigen vector” de la matriz de comparación de criterios, el cual calcula el producto matricial de la matriz “A” por ella misma (matriz “A” mostrada en la Tabla 25). Posteriormente, se realiza la suma de cada fila de la matriz y se normaliza para encontrar el valor de “E<sub>0</sub>” (autovector original). A la vez, para normalizar, se divide cada valor de las filas entre la sumatoria de las mismas, tal y como se muestra en la Tabla 27.

**Tabla 27.***Matriz de comparación de criterios A<sup>2</sup>, vector de prioridad normalizado*

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Vector de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Programa de mantenimiento	7,0	5,7	5,4	17,0	17,5	11,5	17,5	81,58	0,17
Procedimientos y métodos de trabajo	9,5	7,0	6,7	22,0	22,0	16,5	21,0	104,67	0,22
Inventario técnico del recurso físico	12,2	8,8	7,0	21,5	25,0	19,5	23,0	117,00	0,24
Programación y control de contratos	4,4	3,6	2,7	7,0	9,5	6,3	8,8	42,17	0,09
Indicadores de gestión	4,1	3,3	2,8	7,9	7,0	5,8	9,2	40,08	0,08
Plan anual de presupuestos	5,3	4,5	4,0	11,3	11,7	7,0	11,8	55,67	0,12
Formación y capacitación	4,1	3,0	2,7	8,7	8,4	5,9	7,0	39,75	0,08
	Sumatoria							480,92	1,00

Una vez obtenidos los valores de la matriz inicial, se procede a realizar la primera iteración. Para ello, se repiten nuevamente los pasos y se calcula el producto matricial de la matriz “A<sup>2</sup>”, luego, se procede a normalizar los valores obtenidos, los cuales determinan el autovector “E<sub>1</sub>”, correspondiente a la primera iteración. Posteriormente, se procede a calcular la diferencia de los valores del autovector “E<sub>0</sub>” y “E<sub>1</sub>”. Cuando esta diferencia sea cero, se determina el autovector de la iteración como el vector de prioridades ajustado a escoger. Todo ello se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 28.***Diferencia de autovectores de las interacciones de A*

Criterios	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )	Valor Normalizado (E <sub>1</sub> )	Diferencia (E <sub>1</sub> - E <sub>0</sub> )
Programa de mantenimiento	0,17	0,17	0,00
Procedimientos y métodos de trabajo	0,22	0,21	0,00
Inventario técnico del recurso físico	0,24	0,24	0,00
Programación y control de contratos	0,09	0,09	0,00
Indicadores de gestión	0,08	0,08	0,00
Plan anual de presupuestos	0,12	0,12	0,00
Formación y capacitación	0,08	0,08	0,00

Con el fin de evaluar la adecuada valorización de criterios, los expertos recomiendan utilizar la razón de consistencia, la cual permite medir cuán consistentes son los juicios efectuados (Salas 2011, p. 81):

**Ecuación 4:** Índice de consistencia.

$$\text{Razón de Concistencia} = \frac{\lambda_{max} - 1}{n - 1} \cdot IA$$

$$\text{donde } \lambda_{max} = \frac{[A] \cdot x}{x}$$

Variables de cálculo:

- a.  $\lambda_{max}$ , es el máximo valor propio de la matriz de comparación. El autovalor pertenece a los números reales y debe ser mayor o igual a n (números de criterios), mientras más próximo sea el valor a n, la matriz de comparación por pares “A”, será más consistente. Donde:
  - A, matriz de comparación de tamaño 7x7.
  - x, autovector de tamaño 7x1.
- b. IA, es el índice de consistencia aleatoria de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria y depende del número de elementos que se comparan (Tabla 29).

**Tabla 29.**

*Índice aleatorio para el cálculo del cociente de consistencia*

Números de elementos a comparar	Índice aleatorio (IA)
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41

*Nota.* Tomado de *Guía metodológica para la priorización de proyectos.* (Holguín, 2012).

Seguidamente, se procede a determinar el máximo valor propio ( $\lambda_{max}$ ) del autovector obtenido para determinar la razón de consistencia de la jerarquía empleada, se utiliza el principio de vectores propios y valores propios dominio del área de álgebra lineal (ver Tabla 30).

$$\lambda_{max} = \text{Promedio} \left( \frac{1,26}{0,17} + \frac{1,62}{0,21} + \frac{1,84}{0,24} + \frac{0,67}{0,09} + \frac{0,64}{0,08} + \frac{0,88}{1,12} + \frac{0,63}{0,08} \right) = 7,54$$

**Tabla 30.**

*Detalle de cálculo del valor propio para A*

Criterios	Autovector (E1)	[A] · x	$\lambda_{max} = \frac{A \cdot x}{x}$
Programa de mantenimiento	0,17	1,26	7,54
Procedimientos y métodos de trabajo	0,21	1,62	7,54
Inventario técnico del recurso físico	0,24	1,84	7,54
Programación y control de contratos	0,09	0,67	7,54
Indicadores de gestión	0,08	0,64	7,54
Plan anual de presupuestos	0,12	0,88	7,54
Formación y capacitación	0,08	0,63	7,54
			<b>7,54</b>

La razón de consistencia se calcula así:

$$\text{Razón de Concistencia} = \frac{7,54 - 1}{\frac{7 - 1}{1,32}} = 0,068$$

Por consiguiente, la determinación de razón de consistencia da como resultado un valor menor al 0,1 que es el límite superior exigido por la literatura científica para la determinación de la consistencia (Holguín, 2012, p 29). Por lo tanto, se concluye que, el principio de jerarquía utilizado para valorar la matriz analizada es “consistente”, así, el vector de prioridad ajustado que se obtiene es un vector válido de prioridad para los criterios en consideración. Asimismo, para los sub criterios, se aplica la metodología anterior, de manera que, se procede con la matriz de comparación de todos los sub criterios de cada criterio identificado en el modelo jerárquico. Dicha priorización, se realiza con base en el nivel de importancia y requerimiento indicado por el reglamento del SIGMI.

En relación con ello, se presenta el resumen del establecimiento de los factores en la Tabla 31 y Tabla 32, además, para referirse al cálculo completo de peso por cada criterio se muestra el Apéndice 8 de la Tabla A 8.1 en adelante.

**Tabla 31.**

*Detalle por subcriterio de evaluación del indicador de gestión*

<b>Criterios</b>	<b>Vector</b>	<b>Nota</b>	<b>Resultado</b>
<b>Programa de mantenimiento</b>	<b>0,17</b>		<b>0,39</b>
1,1 Programar plan anual de mantenimiento	0,28	2	0,11
1,2 Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo	0,39	1	0,08
1,3 Identificar la carga de trabajo	0,20	3	0,12
1,4 Identificar la capacidad resolutive de I&M	0,14	3	0,08
<b>Procedimientos y métodos de trabajo</b>	<b>0,21</b>		<b>0,68</b>
2,1 Elaborar fichas técnicas de actividades de mantenimiento	0,55	4	0,44
2,2 Registro de datos de las actividades de mantenimiento	0,11	5	0,11
2,3 Implementar procedimientos y lineamientos	0,34	2	0,14
<b>Inventario técnico del recurso físico</b>	<b>0,24</b>		<b>0,79</b>
3,1 Mantener actualizados planos de la infraestructura	0,08	5	0,08
3,2 Realizar inventario de las características y estado del recurso	0,32	4	0,25
3,3 Identificar y describir cada componente del recurso físico	0,17	4	0,14
3,4 Historial de intervenciones de mantenimiento	0,13	3	0,08
3,5 Realizarla clasificación del recurso, determinando la criticidad	0,31	4	0,24
<b>Programación y control de contratos</b>	<b>0,09</b>		<b>0,84</b>
4,1 Aplicar la ley y reglamento de contratación administrativa	0,20	5	0,20
4,2 Control de la ejecución de contratos	0,31	4	0,25
4,3 Establecer proceso de revisión, verificación y aceptación del contrato	0,49	4	0,39

**Tabla 31.***Detalle por subcriterio de evaluación del indicador de gestión (continuación)*

Criterios		Vector	Nota	Resultado
<b>Indicadores de gestión</b>		<b>0,08</b>		<b>0,30</b>
5,1	Porcentaje de ejecución y asignación presupuestaria	0,25	<b>4</b>	0,20
5,2	Índice de satisfacción de los usuarios	0,10	<b>0</b>	0,00
5,3	Índice de avance en la gestión de mantenimiento	0,12	<b>0</b>	0,00
5,4	Índice de mantenimiento preventivo	0,27	<b>0</b>	0,00
5,5	Tiempo de reparación, falla y disponibilidad de equipos	0,25	<b>2</b>	0,10
<b>Plan anual de presupuestos</b>		<b>0,12</b>		<b>0,63</b>
6,1	Garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico	0,48	<b>3</b>	0,29
6,2	Registrar toda intervención de mantenimiento	0,17	<b>4</b>	0,13
6,3	Uso correcto y racional del presupuesto	0,35	<b>3</b>	0,21
<b>Formación y capacitación</b>		<b>0,08</b>		<b>0,69</b>
7,1	Desarrollar y mantener una cultura de prevención	0,54	<b>3</b>	0,32
7,2	Desarrollar programas de seguridad del recurso	0,16	<b>4</b>	0,13
7,3	Formación y capacitación de mantenimiento	0,30	<b>4</b>	0,24
<b>Resultado Evaluación Multicriterio</b>				<b>0,64</b>

**Tabla 32.***El resultado de la evaluación del indicador de gestión*

Criterios	Peso	Evaluación	Puntaje obtenido
Programa de mantenimiento	0,17	0,39	0,06
Procedimientos y métodos de trabajo	0,21	0,68	0,15
Inventario técnico del recurso físico	0,24	0,79	0,19
Programación y control de contratos	0,09	0,84	0,07
Indicadores de gestión	0,08	0,3	0,03
Plan anual de presupuestos	0,12	0,63	0,07
Formación y capacitación	0,08	0,69	0,06
Evaluación Total:			<b>0,63</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, el departamento de mantenimiento tiene un cumplimiento del 0,63, en cuanto a las normativas y reglamentos aplicables para la función, esto apartir del análisis de jerarquía de criterios. Para ello, el parámetro de medición utilizado es el definido por la CCSS en la guía para el establecimiento de indicadores de gestión, con la siguiente escala (CCSS, 2017, p. 4):

- a. Muy bueno mayor a 0,7
- b. Bueno entre 0,5 – 0,7
- c. Regular entre 0,45 – 0,5
- d. Malo menor 0,45

Con ello, el indicador recibe una calificación de bueno, pero presenta oportunidades de mejora. De igual manera, para la evaluación de cada subcriterio, se toma como referencia los requisitos establecidos en el SIGMI, en efecto, la Tabla 33 resume las evidencias que soporta la evaluación de cada subcriterio.

Aunado a ello, de la evaluación realizada, se deduce que el criterio del programa de mantenimiento es uno de los que tiene un menor nivel de cumplimiento, por ello, es necesario conocer cuál es la capacidad de resolutive del área de I&M, esto mediante el análisis de la carga de trabajo.

**Tabla 33.**

*Evidencias de la calificación de subcriterios*

C1	Programa de mantenimiento	Programar plan anual de mantenimiento	Cronograma de mantenimiento por sub área / SOCO	OK
		Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo	Datos Soco Calculo Preventivo	OK
		Identificar la carga de trabajo	CCSS Estudio de Cargas de Trabajo HCLVV (2016)	OK
		Identificar la capacidad resolutive de I&M	CCSS Estudio de Cargas de Trabajo HCLVV (2016)	OK
C2	Procedimientos y métodos de trabajo	Elaborar fichas técnicas de actividades de mantenimiento	DEI-I-AS-002 (2020) Catálogo de Rutinas de Mantenimiento Preventivo	OK
		Registro de datos de las actividades de mantenimiento	Herramienta SOCO	OK
		Implementar procedimientos y lineamientos	Datos Soco Calculo Preventivo	OK
C3	Inventario técnico del recurso físico	Mantener actualizados planos de la infraestructura	Obra Civil / Codificación	OK
		Realizar inventario de las características y estado del recurso	DMI-P04-PR01, Procedimiento Reconocimiento del Universo de Trabajo de Mantenimiento	8/08/20. Versión 01
		Identificar y describir cada componente del recurso físico	DEI-I-AS-002 (2020) Catálogo de Rutinas de Mantenimiento Preventivo	OK
		Historial de intervenciones de mantenimiento	Herramienta SOCO	OK
		Realizarla clasificación del recurso, determinando la criticidad	CCSS Clasificación de complejidad de Equipo Médico 2020	OK
C4	Programación y control de contratos	Aplicar la ley y reglamento de contratación administrativa	Cartel 2017LN-000002-3110 modificado R-DCA-0372-2018 (3)-03-5-2018 Ultima	OK
		Control de la ejecución de contratos	Cartel 2017LN-000002-3110 modificado R-DCA-0372-2018 (3)-03-5-2018 Ultima	OK
		Establecer proceso de revisión, verificación y aceptación del contrato	Cartel 2017LN-000002-3110 modificado R-DCA-0372-2018 (3)-03-5-2018 Ultima	OK
C5	Indicadores de gestión	Porcentaje de ejecución y asignación presupuestaria	GIT-I-GR-119 (2017) Guía para la identificación de los indicadores del SIGMI	OK
		Índice de satisfacción de los usuarios	GIT-F -AG-001 Encuesta de satisfacción 30-11-17	OK
		Índice de avance en la gestión de mantenimiento	GIT-I-GR-119 (2017) Guía para la identificación de los indicadores del SIGMI	OK
		Índice de mantenimiento preventivo	GIT-I-GR-119 (2017) Guía para la identificación de los indicadores del SIGMI	OK
		Tiempo de reparación, falla y disponibilidad de equipos	GIT-I-GR-119 (2017) Guía para la identificación de los indicadores del SIGMI	OK
C6	Plan anual de presupuestos	Garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico	SIGMI presupuestos	OK
		Registrar toda intervención de mantenimiento	Bitácoras actuales	OK
		Uso correcto y racional del presupuesto	SIGMI presupuestos	OK
C7	Formación y capacitación	Desarrollar y mantener una cultura de prevención	Capacitación empresarial	OK
		Desarrollar programas de seguridad del recurso	Capacitación empresarial	OK
		Formación y capacitación de mantenimiento	Capacitación empresarial	OK

### 2.3.7. Identificación de la capacidad del área de I&M

Objetivo 2: determinar la capacidad resolutive del departamento de I&M asociada a la carga de trabajo.

#### 2.3.7.1. *Caracterización de la capacidad resolutive de la unidad local de I&M*

Indudablemente, ejecutar un programa de mantenimiento preventivo en un ambiente hospitalario es fundamental para la preservación del equipo, por ende, de la salud de los pacientes que requieran el uso de estos (Sen 2015, p. 2). En relación con ello, según Miranda (1967, p. 44), del 40% al 60% del capital invertido en un establecimiento médico se dedica a los sistemas de ingeniería y equipamiento, por lo que la vida limitada de ciertas instalaciones críticas de cuidado médico, solo se prolongará mediante tareas específicas y un rígido programa de control. Para tal caso, la CCSS, en el artículo 36 del Reglamento del SIGMI, hace énfasis en la obligatoriedad de planificar, ejecutar, evaluar y controlar los programas de mantenimiento del recurso físico de la unidad ejecutora.

Específicamente, el SIGMI define el programa de mantenimiento como: “un proceso documentado en el que se establecen acciones determinativas y periódicas de mantenimiento a efectuar sobre el recurso físico con el fin de preservar las condiciones normales de operación” (GIT-I-GR-110, 2015, p. 4). Por lo tanto, en búsqueda de tener una mejor gestión del mantenimiento de los equipos médicos, la guía para la elaboración del programa general de mantenimiento de la CCSS establece, como parte de los requisitos fundamentales para la elaboración del plan, identificar la carga de trabajo requerida para llevar a cabo las actividades de mantenimiento programadas y determinar la capacidad resolutive que dispone la unidad. Además, el artículo 48 del SIGMI indica, que, para establecer la modalidad de las intervenciones, debe tomarse en cuenta la carga de trabajo requerida para el mantenimiento preventivo y la capacidad resolutive de la unidad.

Así, con el fin de identificar el estado actual, se procede a definir la carga de trabajo derivada en la carga total del plan anual de mantenimiento. Para tal fin, es necesario delimitar la frecuencia de mantenimiento, el tiempo promedio de intervención por equipos y la cantidad equipos. De esta manera, el cálculo de la carga de trabajo anual (CTA) de la unidad local de I&M, se realiza por medio de los tiempos asociados a las rutinas de mantenimiento establecidas por la CCSS, al aplicar una adaptación de la fórmula para determinar el CTA de la guía para la elaboración del programa de mantenimiento:

**Ecuación 5:** CTA

$$CTA = TMP + TMC + TE + LA$$

$$CTA = TMP * (1,3)$$

VARIABLES DE CÁLCULO:

- a. CTA: Carga de trabajo anual en horas.
- b. TMP: Tiempo anual en horas por mantenimiento preventivo. Corresponde al tiempo necesario para ejecutar el programa de mantenimiento establecido, más los tiempos de supervisión a mantenimientos preventivos contratados, todo esto se mide en horas.

- c. TMC: Tiempo por mantenimiento correctivo. Conciernen al tiempo dedicado a la reparación de fallas de los activos, este lapso conforma el 20% del total de horas requeridas para mantenimiento.
- d. TE: Considera un suplemento por tiempos muertos, derivados de esperas traslados y otras actividades que no generan valor al proceso de mantenimiento. Este tiempo constituye el 5% del total de horas del TMP.
- e. LA: Contempla el tiempo en horas por labores administrativas, como el reporte de horas, elaboración de informes técnicos y todas aquellas actividades administrativas que el personal técnico requiera para realizar las labores diarias, se estima un 5% sobre el TMP.

Cabe mencionar que, el tiempo por mantenimiento preventivo, se establece por la suma de los tiempos de trabajo individuales por equipos, que es el resultado de la cantidad de intervenciones que se realizan en el año (lo que se determinará como frecuencia a partir de acá) y el tiempo que el recurso físico emplea para llevar a cabo cada intervención. Asimismo, la frecuencia y tiempo de intervención se obtienen de las fichas técnicas y rutinas de mantenimiento establecidas en el catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo de la gerencia de infraestructura y tecnologías.

Del mismo modo, la frecuencia de intervenciones anuales se deriva de la herramienta de clasificaciones de Complejidad de Equipos Médicos de la CCSS, método que se basa en la metodología propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la publicación “Introducción al Programa de Mantenimiento de Equipos Médicos”, menciona establecer un método de planificación basado en determinar las prioridades y el riesgo. El objetivo es asignar la prioridad más alta a equipos que, si presentan una falla, pueden causar daño o lecciones al paciente. De este modo: “los dispositivos de más alto riesgo son los más importantes para el trabajo del hospital o cuyo mantenimiento es crítico por lo tanto constituirán la prioridad, y el mantenimiento del resto de los dispositivos se ubicarán un escalón por debajo” (WHO, 2012, p. 6).

A partir del TMP, se derivan las demás variables dependientes de la fórmula. El factor de corrección correspondiente a las labores por mantenimiento correctivo es de un 20% y un 5% para actividades de transporte, esperas y tiempos muertos (TE). Además, el factor de 5% atañe a todas aquellas actividades administrativas que complementan las actividades técnicas como elaboración de informes, reportes o bitácoras. Para profundizar en ello, el TMP y los detalles de su cálculo se adjuntan en el Apéndice 6, el cual contiene las actividades que se realizan y el tiempo que el recurso físico utiliza para llevar a cabo cada intervención. Igualmente, la Tabla 34 muestra un extracto del cálculo del tiempo anual por sub-área, así como el resultado total del tiempo anual de mantenimiento para la unidad de I&M, con un total de 118,658.5 horas (ver Tabla 36 y Tabla 37). En cuanto al desarrollo total del cálculo por sub-área, debe referirse al Apéndice 6.

**Tabla 34.***Tiempo anual de mantenimiento por sub-área*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo industrial	A/C CHILER SALA DE OPERACIONES	UN	1	CONTRATO	1M	0	20	0	240	0	30	30
	ACCESORIOS DE LA RED DE GASES	UN	250	2M	0	2	0	3 000	0	1 500	0	3 000
	ALARMA DE GASES MEDICOS	UN	8	2M	0	4	0	192	0	96	0	192
	ALARMA DE INCENDIOS	UN	1	3M	3M	7	8	28	32	14	4	32
	ANALIZADORR AGUA D/CALDERA	UN	1	3M	0	1	0	4	0	2	0	4
Equipo medico	AGITADOR DE TUBOS	UN	1	6M	0	2	0	4	0	2	0	4
	AGITADOR VOTREX	UN	1	6M	0	2	0	4	0	2	0	4
	CAMA ARCO C - OPERACIONES	UN	1	3M	3M	1	10	4	40	2	20	24
	CAMA ELECTRICA HOSPITALARIA	UN	17	6M	0	1.5	0	51	0	25.5	0	51
	CENTRAL DE MONITOREO CRITICO	UN	1	3M	0	4	0	16	0	8	0	16
Mobiliario	CARRO P/PAROS CARDIACOS	UN	2	3M	0	1	0	8	0	4	0	8
	CEPILLERA DE ACERO INOXIDABLE	UN	7	6M	0	0.5	0	7	0	3.5	0	7
	CIELOSRRASOS	M2	16 000	6M	0	0.3	0	9 600	0	4 800	0	9 600
	CUBIERTAS DE TECHO	M2	17 000	1M	0	0.05	0	10 200	0	5 100	0	10 200
	ESTRUCTURA DE TECHOS	GLB	1	2M	0	24	0	144	0	72	0	144

Es importante indicar que, el TMP se calcula realizando la suma del tiempo total requerido para llevar a cabo todas las intervenciones. A la vez, la cantidad de intervenciones se obtiene de las actividades definidas en las rutinas de mantenimiento, dicho tiempo deriva de un factor de supervisión diferente para cada sub área y se puede observar en la Tabla 35 por el total de horas en actividades de mantenimiento. Además, para el cálculo se separan los supervisores de los técnicos (ver Tabla 38).

**Tabla 35.**

*Factor de corrección para supervisión*

Subáreas	Factor de Supervisión
Equipo industrial	0,125
Equipo médico	0,500
Obra civil	0,125

**Tabla 36.**

*Resumen tiempo anual de mantenimiento por sub área*

Subáreas	TM Recurso Propio	TM supervisión de contratos	TMP Anual
Equipo industrial	35 908,0	385,7	36 293,7
Equipo médico	7 407,5	1 395,0	8 802,5
Obra civil	46 672,6	3 158,0	49 830,6
<b>Total mantenimiento preventivo</b>	<b>89 988,10</b>	<b>4 938,71</b>	<b>94 926,81</b>

**Tabla 37.**

*Cálculo de la carga de mantenimiento anual*

Subáreas	TM Preventivo	TM Correctivo	T Espera	Labores Admin.	Total CTA
Equipo industrial	36 293,7	7 258,7	1 814,7	1 814,7	$36 293,7 \times (1,03) = 45 367,1$
Equipo médico	8 802,5	1 760,5	440,1	440,1	$8 802,5 \times (1,03) = 11 003,1$
Obra civil	49 830,6	9 966,1	2 491,5	2 491,5	$49 830,6 \times (1,03) = 62 288,3$
<b>Total mantenimiento preventivo</b>	<b>94 926,8</b>	<b>18 985,4</b>	<b>4 746,3</b>	<b>4 746,3</b>	<b><math>94 926,8 \times (1,03) = 118 658,5</math></b>

**Tabla 38.**

*Resumen del tiempo para mantenimiento por supervisor*

Subáreas	TMP supervisor
Equipo industrial	4 488,5
Equipo médico	3 703,8
Obra civil	5 834,1
<b>Total horas supervisor</b>	<b>14 026,3</b>

### 2.3.7.2. Análisis de la capacidad resolutive

Como parte de la elaboración del programa, se debe determinar y analizar la capacidad resolutive por cada sub-área y comparar con la CTA necesaria para la ejecución de este. Además, es necesario tomar en cuenta que el recurso humano es el elemento fundamental para la ventaja competitiva y, por lo tanto, este se constituye en un componente esencial para cualquier tipo de institución. Este elemento común, es el gran diferenciador que hace que haya competitividad y esta pueda demostrarse, medirse y compararse (Montoya, 2016, p. 3). Es por esto que, utilizar adecuadamente el recurso humano en las organizaciones es un factor importante de medir, debido a que, para cumplir con las proyecciones, tanto a producción como de servicios, es necesario contar con el personal adecuado y debidamente capacitado en los procesos a ejecutar. Por ello, para el área de I&M, es importante conocer cuál es la capacidad resolutive del recurso humano, ya que esta capacidad delimita la cantidad de equipos a los que el departamento de mantenimiento puede ofrecer el servicio.

Para determinar las horas anuales disponibles del recurso físico, se considera una jornada laboral de 44 horas semanales por técnico, con cinco días laborales por semana. Por ello, de los 365 días laborales del año se restan 9 días feriados, 104 días por fines de semana y tiempo de descanso, se aplica un factor de tolerancia de 0,21, según la guía para la elaboración de programa de mantenimiento. De esta manera el cálculo de las horas disponibles por año se realiza mediante la siguiente formula: (CCSS, 2015).

**Ecuación 6:** Horas disponibles anuales (HDA).

$$(1) HDA = (\text{Horas teoricas disponibles}) * (1 - \text{factor de tolerancia})$$

$$(2) \text{Horas teoricas disponibles} = (\text{Jornada} * \text{días de trabajo al año}) - (\text{días de trabajo al año} * \text{tiempo de alimentación})$$

$$(3) \text{días de trabajo al año} = \text{días del año} - \text{feriados} - \text{días de descanso}$$

De esta manera, para el cálculo se tiene la fórmula:

$$(3) DTA = 365 d - 9 d - 104 d = 252 \text{ días}$$

$$(2) HTD = (8,8 \text{ horas} * 252 \text{ días}) - (252 d * 1 h) = 1 965,6 \text{ horas disponible}$$

$$(1) HDA = (1965,6 h \text{ teoricas disponibles}) * (1 - 0,21): \mathbf{1 552,8 \text{ horas}} \text{ disponibles al año por técnico.}$$

Es importante aclarar que, el cálculo se debe realizar para cada colaborador del equipo de I&M, no considera los días de incapacidades y permisos, debido a que la unidad de I&M cuenta con personal de respaldo para cubrir estas ausencias. Por lo tanto, por normativa de la CCSS se resta un tiempo de tolerancia, que es un tiempo: “asignado a los funcionarios que realizan labores que requieren destrezas importantes debido a las circunstancias adversas de la función, tomando en cuenta el desgaste físico, ruido, tensión mental, cualidades de la infraestructura (flujo de aire, iluminación) entre otras características del lugar de trabajo o de la labor que dificultan la adecuada ejecución de las funciones” (CCSS, 2015, p. 9).

Como se menciona anteriormente, el porcentaje de tolerancia se estima en un -21% del tiempo teórico anual disponible. Al mismo tiempo, el detalle del cálculo de las horas disponible por cada colaborador se observa en la Tabla 39 y el resumen de este cálculo se observa en la Tabla 40.

**Tabla 39.**

*Horas técnico-reales disponibles al año por colaborador*

Especialidad	Jornada diaria	Feridos/año	Días descanso	Días laborables al año	H disponibles al año	t alimentación	HTD	% FT	HDA	Colaboradores	Total HDA
Técnico equipo médico	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	2	3 105,6
Técnico electromecánico	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	5	7 764,1
Técnico obra civil	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	5	7 764,1
Supervisor (equipo médico)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Supervisor (electromecánica)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Supervisor (obra civil)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Total horas disponibles al año:											23 292,4

**Tabla 40.**

*Resumen de horas técnico-reales disponibles por año*

Especialidad	Cantidad de colaboradores	Horas reales disponibles por año
Técnico equipo médico	2	3 105,6
Técnico electromecánico	5	7 764,1
Técnico obra civil	5	7 764,1
Supervisor (equipo médico)	1	1 552,8
Supervisor (electromecánica)	1	1 552,8
Supervisor (obra civil)	1	1 552,8
Total horas reales disponibles por año:		23 292,4

Seguidamente, al contrastar las horas disponibles del recurso físico con la CTA, es visible que la carga sobre pasa por mucho la disponibilidad, al tomar en cuenta que la metodología para el TMP consideró el total de activos listados y otras actividades pertinentes al mantenimiento. Como menciona la OMS, muy pocos hospitales y organizaciones de atención sanitaria tienen suficiente personal para realizar una tarea de esta magnitud. Es por esto que, se propone para la etapa de diseño, optar por la metodología propuesta por la OMS centrado en el mantenimiento basado en la priorización de riesgos. Cabe destacar que, esta metodología, ha sido: “exigida por más de 20 años por parte del ente acreditador Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations para determinar las prioridades de mantenimiento preventivo” (WHO, 2012). Para ello, se debe aplicar un enfoque sistemático para determinar el universo de trabajo y la caracterización de riesgos por cada equipo o familia de éstos. De tal manera, se compara la metodología de trabajo actual para determinar la carga de labor contra la propuesta de cargas basadas en criticidades que se realizarán para el diseño.

Dado a las necesidades de mantenimiento que presenta el hospital, y como se determina en el análisis anterior, la capacidad de respuesta de la unidad local de I&M es insuficiente para brindar un servicio

de mantenimiento preventivo completo a todas las unidades del hospital. Es por esto que, el proceso debe de tener un control estricto sobre las variables que le afectan, de forma que, es necesario realizar un análisis de cumplimiento en cuanto a temas de salud ocupacional y normativas de leyes vigentes y aplicables al proceso. Con el fin de garantizar la seguridad de los colaboradores, dado a las características particulares del área de trabajo, estos se encuentran expuestos a mayores condiciones de riesgo.

### 2.3.8. Identificación de la normativa aplicable

Objetivo 3: determinar la normativa aplicable y los aspectos de seguridad que debe de cumplir el área I&M.

Seguidamente se procede a determinar la normativa aplicable y los aspectos de seguridad vinculantes.

#### 2.3.8.1. Seguridad ocupacional laboral

Con respecto a este concepto, la salud ocupacional, es una responsabilidad social, moral y legal que tiene la persona empleadora en cuanto a adoptar en el centro de trabajo actividades que conlleven a:

- a. Promover y conservar la salud de la persona trabajadora.
- b. Prevenir daños y lesiones que las condiciones de trabajo pueden causar.
- c. Proteger la salud ante los riesgos nocivos relacionados a las condiciones del trabajo.

En cuanto a Costa Rica, la salud ocupacional se encuentra regida por las normativas:

- a. Código de Trabajo y sus reformas, Título IV (Ley N°6727, de fecha 09 de marzo de 1982), artículos 273, 282, 284, 285, 286, 288, 295, 296, 297, 299, 300.
- b. Artículo 24 del Reglamento a la Ley de Riesgos de Trabajo.
- c. Reglamento General de los Riesgos del Trabajo, N° 13466-TSS, emitido el 24 de marzo de 1982. (artículo 24, relacionado con el numeral 220 del Título IV del Código de Trabajo, Ley No6727 del 9 de marzo de 1982 y sus reformas)

Tales normativas establecen las obligaciones a seguir, tanto para la persona empleadora, como para los colaboradores. Para sintetizar, entre los principales puntos para el empleador está la obligatoriedad de:

- a. Implementar las medidas pertinentes que garanticen la salud y seguridad de la persona trabajadora, tanto en el lugar de trabajo como en las actividades y tareas que este desempeñe.
- b. Facilitar instalaciones que sirvan como comedor y velar por las buenas condiciones de limpieza y uso.
- c. Cuando ocurra un riesgo, el empleador se encuentra obligado a brindar los primeros auxilios. Por lo tanto, deberá contar con un botiquín de primeros auxilios, con los artículos y medicamentos que disponga la normativa vigente.
- d. Colocar textos legales, avisos informativos y carteles que informen sobre la salud ocupacional.

- e. Proporcionar equipo y elementos de protección personal, así como la seguridad de las áreas de trabajo y asegurar el uso y funcionamiento idóneo.

Asimismo, existen obligaciones que el personal trabajador debe cumplir, entre ellas destacan:

- f. Colaborar y asistir a los programas de capacitación y formación en materia de salud ocupacional.
- g. Participar en la elaboración, planificación y ejecución de los programas de salud ocupacional en los centros de trabajo.
- h. Utilizar, conservar y cuidar el equipo y elementos de protección personal y de seguridad que le son proporcionados por el empleador.
- i. Practicarse exámenes médicos y diagnósticos que establece reglamento de la ley u órdenes de las autoridades competentes.

También, la persona trabajadora no deberá alterar, dañar o destruir tanto los resguardos y protecciones, los equipos y elementos de protección o avisos y advertencias. En consecuencia, debe abstenerse de toda acción que entorpezca el cumplimiento de las medidas de salud ocupacional, tampoco puede negarse a usar los elementos de protección sin razón o motivo justificado. Es trascendental que el colaborador no realice acciones que pongan en peligro la vida, salud e integridad de sí mismo o de los compañeros de trabajo u otras personas. Sin embargo, en caso de que el equipo o herramienta de trabajo requiera de una aplicación de conocimiento especializado, solo deberá ser manejado u operado por esta persona capacitada.

Cabe mencionar que, todo centro de trabajo que cuente con diez o más colaboradores, deberá establecer una comisión de salud ocupacional integrada con igual número representantes de parte empleadora y trabajadora. En caso de que el número alcanzara los 50 colaboradores, el empleo está obligado a mantener una oficina o departamento de salud ocupacional.

Así, las zonas de alto peligro como la cercanía los generadores eléctricos, caldera, el chiller y compresores de aire, deben ser demarcadas y señalizadas; además, al personal técnico se le debe proporcionar materiales de seguridad como cascos y protección de calzado necesarios para las labores. A la vez, los materiales con los que debe contar el personal son enumerados por el comité de seguridad social del hospital, quien decide junto con un representante del departamento cuales son los más apropiados para cada área.

#### 2.3.8.2. *Levantamiento de pesos y cargas físicas en el trabajo*

Según el equipo de atención, en algunas ocasiones, en el departamento de I&M los técnicos deben de levantar cargas y pesos, para ello, se hace una revisión del decreto ejecutivo número 11074-TSS, el cual prohíbe el empleo de trabajadores para el transporte de carga manual sin antes haber sido sometidos al examen médico que confirme la aptitud física. También, se establece un límite máximo de carga que aplica principalmente sobre hombres jóvenes y mujeres no mayor a 20 kg. Además, se deberá proporcionar los medios técnicos apropiados para facilitar el transporte de carga.

#### 2.3.8.3. *Control de ruidos y vibraciones decreto ejecutivo número 10541-TSS*

Según el decreto, se considera arriba cualquier sonido que pueda producir trastornos fisiológicos o psíquicos, por lo que se considera lugar de trabajo ruidoso aquellos espacios donde operan motores, plantas eléctricas, herramientas de aire comprimido y toda máquina o equipos que puedan producir ruido cuya intensidad supere los 85 dB (deberán ser instalados de tal manera que se reduzcan o eliminen los ruidos y vibraciones). Como se mencionó anteriormente, uno de los procesos del departamento de I&M se centra en la operación de la caldera, para la cual, se destina un operario con los conocimientos y competencias para la operación.

Por lo que, según el decreto, se debe de controlar el nivel de ruido que se produce por la operación de la caldera, que no sea superior a los 85 dB, debe estar aparte de otras edificaciones. Asimismo, cimentar, nivelar, ajustar y lubricar correctamente todos los componentes rotatorios o que produzcan vibración. También, la normativa indica que deberá dotarse de los dispositivos de uso personal que disminuya la exposición al ruido en el ambiente de trabajo. Específicamente, se encuentra mención en el artículo 15, que los lugares de trabajo que operen con maquinaria de combustión interna y escape de aire, como en caso de los generadores, la caldera y los compresores de aire: “deberán ser provistos de silenciador efectivo de manera que no crea riesgo o molestia... además, garantizar la inspección y mantenimiento regular” (Decreto 10541-TSS).

#### 2.3.8.4. *Ley de riesgos del trabajo*

En cuanto a este decreto, el artículo 193 de la ley de riesgos de trabajo, indica que todo patrono está obligado asegurar a los trabajadores contra riesgos en el trabajo por medio del Instituto Nacional de Seguros, esto incluye también a las instituciones públicas como la CCSS. Por lo tanto, se establece el riesgo de trabajo como los accidentes y las enfermedades que ocurran por consecuencia del trabajo que desempeñen, así como la agravación que resulte como consecuencia directa e inmediata de un accidente o enfermedad. Cabe destacar que, aunque todos los trabajadores están cubiertos por esta ley, para el personal de mantenimiento es de suma importancia contar con dicho seguro, debido a que en la labor de mantenimiento, o como consecuencia de esta, se expone a accidentes que pueden producir la muerte o pérdida, reducción temporal o permanente de la capacidad para el trabajo.

#### 2.3.8.5. *Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo*

Mediante el decreto número uno, se establecen las medidas de seguridad e higiene adecuadas para proteger la vida, la salud, la integridad corporal y moral de los trabajadores, en especial lo relacionado a:

- a) Edificaciones y condiciones ambientales.
- b) Operación del trabajo.
- c) Suministro uso y mantenimiento de equipos de protección personal.
- d) Reducción de ruido (decreto No 11429).
- e) Protección y resguardo de maquinaria e instalaciones.

Otro aspecto que se menciona es que el patrono debe mantener en buen estado de conservación y funcionamiento la maquinaria y herramientas de trabajo. En consecuencia, no se deberá mantener en

funcionamiento maquinaria que no esté debidamente protegida en los puntos de transmisión de energía, las partes móviles y en los puntos de operación que ofrezcan peligro, así como operar con herramientas y equipos en mal estado. Por lo que, el papel del departamento de I&M es fundamental para el cumplimiento de este reglamento.

Asimismo, a todo centro de trabajo le corresponde contar con iluminación adecuada para la seguridad, los lugares que ofrezcan peligro de accidente deberán estar especialmente iluminados. También, se menciona la ventilación y renovar el aire en interiores, de manera que garantice la adecuada presión, temperatura y humedad de este, que no resulte perjudicial o de molestia para la salud de los colaboradores y usuarios.

#### 2.3.8.6. *Reglamento de Calderas No 26789-MTSS*

En cuanto a este reglamento, establece qué diligencia de operaciones y procedimientos de las calderas se debe realizar ante el Ministerio de Salud. Solo se permitirá la instalación y operación de calderas que hayan sido construidas con los materiales y bajo las normas señaladas por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME). Cada caldera para la operación debe contar con un número oficial de identificación, por lo que, cualquier cambio, modificación en instalaciones u operaciones de la caldera, deberá ser puesto en conocimiento del Ministerio de Salud y el incumplimiento de la misma faculta al Ministerio de Salud para que suspenda el permiso de operación.

Según el reglamento, si la caldera es de categoría A, debe ser instalada en el cuarto de calderas, el cual requiere ser una edificación independiente y construida, según el código de construcción y el reglamento de calderas. Por otro lado, los otros tipos de calderas pueden ser instaladas dentro de la planta y guardar las distancias indicadas en el artículo 6 del actual reglamento. Es importante que, el cuarto de calderas o el lugar donde se encuentre instalada posea salidas de emergencias que sean suficientemente amplias y libres de obstáculos, que permitan la rápida evacuación del personal, con una adecuada iluminación en todo momento. Además, si la caldera utiliza combustibles gaseosos, debe permitirse una adecuada ventilación del lugar, solo podrán permanecer dentro del cuarto de calderas el personal autorizado para la operación.

Al mismo tiempo, el reglamento menciona que el funcionamiento de la caldera debe ser realizado por un operario con un entrenamiento formal y calificado, quien se encargará de la operación y vigilancia, de la caldera debe contar con un operario todo el tiempo que funcione. A la vez, el operario deberá recibir un entrenamiento formal y continuo para el buen desempeño de las funciones, además, es en la obligación de notificar al ingeniero inspector sobre cualquier deficiencia, daño o escape que presente la caldera y siempre hay que llevar un registro en una bitácora.

Asimismo, el reglamento establece requerimientos para los indicadores, controles para los cuartos de seguridad, para el almacenamiento de combustibles, así como requisitos mínimos de las chimeneas y estructuras de soporte de la caldera. También, menciona los requisitos mínimos para el sistema de contratación de válvulas de tuberías y de interruptores. Cabe acotar que, la inspección deberá llevarse a cabo de forma anual, realizada por un ingeniero inspector autorizado, quien tiene la obligación de anotar en bitácora todas las inspecciones realizadas. Un aspecto importante es que, el inspector, no

podrá laborar para la empresa dueña de la caldera ni inspeccionar calderas que hayan pasado por el taller de mantenimiento

Finalmente, con la definición de las normativas aplicables al área de I&M se procede a evaluar el nivel de cumplimiento. Una vez realizado este proceso, el resultado se observa en la Tabla 41.

**Tabla 41.**

*Resumen del cumplimiento de normativas aplicables al área de I&M*

<b>Normativa</b>	<b>Deberes de la empres</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>
Seguridad Ocupacional	Promover y conservar la salud de la persona trabajador	100%
	Prevenir daños y lesiones que las condiciones de trabajo puedan causar	100%
	Suministro, uso y mantenimiento de equipos	100%
Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo	Edificaciones y condiciones ambientales	100%
	Operación del trabajo	100%
	Suministro, uso y mantenimiento de equipos	100%
	Reducción de ruido	100%
	Protección y resguardo de maquinaria e instalaciones	100%
Reglamento de calderas	Toma especial para caldera	100%
	Técnico dedicado a la caldera	100%
	Toma de mediciones de rendimiento de la caldera	100%

Al consultar en el departamento de I&M, sobre el cumplimiento de las normativas y decretos en cuanto a lo referente a la salud ocupacional y operación de calderas, estos declaran que cuentan con todos los lineamientos y muestran la información documentada tal y como lo dispone la normativa. De forma que, al no contarse con no conformidades, se acepta el nivel actual del área con respecto a estas normativas y reglamentos y se procede a evaluar el sistema de gestión de mantenimiento.

#### 2.3.8.7. *Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional*

El reglamento, tiene como objeto regular las acciones del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional, para proteger el recurso físico institucional acorde con la normativa aplicable, de acuerdo con la Política Institucional de Mantenimiento. El objetivo principal del SIGMI, es proteger las inversiones institucionales en recurso físico durante toda la vida útil, para garantizar la operación continua, confiable, segura, económica y oportuna. En efecto, toda gestión de mantenimiento debe estar orientada a garantizar la funcionalidad y disponibilidad del recurso físico, durante todo el periodo de vida planificado, también, a preservar la seguridad para las personas, el propio recurso físico y ambientes relacionados.

Igualmente, las intervenciones en el recurso físico estarán orientadas prioritariamente a la prevención de los problemas futuros, de tal forma que, se minimice la afectación en la prestación de servicios o la producción de bienes. Cuando los eventos de interrupción del funcionamiento no se pueden evitar o son repentinos, la restitución del funcionamiento normal deberá priorizarse de acuerdo con criterios de impacto funcional, demanda de servicios y disponibilidad de recursos para atender la situación.

Por lo tanto, El SIGMI debe promover la capacitación y actualización permanente del recurso humano dedicado a la función de mantenimiento, que ejecuta funciones y tareas del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional, pues debe tener las competencias necesarias para realizar la labor. Además, el SIGMI se enfocará en un proceso de mejora continua del desempeño global del sistema. Todo usuario está obligado a hacer buen uso de los recursos físicos, tanto en la operación como en el mantenimiento, de forma que se asegure el cumplimiento de los objetivos que motivaron la adquisición de dichos recursos.

Es importante destacar que, la Gerencia Financiera, debe garantizar la dotación de los recursos presupuestarios requeridos para la gestión del SIGMI, puesto que, todas la Unidades Ejecutoras tienen la responsabilidad de formular el recurso presupuestario requerido para la ejecución del mantenimiento. El insumo requerido para dicha formulación será el Programa de Mantenimiento, en concordancia con lo que se establece en el artículo 44 del reglamento.

En relación con ello, El funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento tiene las siguientes funciones, deberes y responsabilidades respecto del SIGMI:

- a. Implementar los principios éticos y técnicos de este reglamento para la administración de la unidad o actividad de mantenimiento, para ello, debe utilizar de forma efectiva los recursos asignados para la gestión del mantenimiento.
- b. Planificar, ejecutar, evaluar y controlar los programas de mantenimiento del recurso físico de la Unidad Ejecutora.
- c. Elaborar procedimientos de operación y mantenimiento de la infraestructura, instalaciones, equipos médicos, industriales, de oficina, mobiliario y otros, subordinados a la política, el reglamento y a las normas generales. Asimismo, establecer los métodos de trabajo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del recurso físico de la Unidad Ejecutora.
- d. Establecer los mecanismos de coordinación permanente con el nivel jerárquico superior y las jefaturas de las unidades usuarias, asimismo, con el Nivel Regional y los entes técnicos del Nivel Central Rector-Regulador, cuando así corresponda.
- e. Levantar y mantener actualizado el inventario técnico del recurso físico de la Unidad Ejecutora.
- f. Elaborar los términos de referencia para la contratación de bienes y servicios para el mantenimiento del recurso físico que no pueda asumir la unidad o el responsable de la actividad de mantenimiento. También, deberá verificar que los contratos contengan las condiciones técnicas de cómo se brindará el servicio contratado.
- g. Controlar y verificar el cumplimiento de la ejecución de los contratos a terceros, en lo que respecta a los aspectos técnicos y administrativos de mantenimiento del recurso físico y dar visto bueno, cuando corresponda, a las facturas de cobro para el trámite.
- h. Generar información relevante para una oportuna toma de decisiones, incluyendo indicadores de gestión.

Conviene aclarar que, como clave en los procesos de la gestión, se debe elaborar el programa de mantenimiento en el que se consigne un diagnóstico que se utilice de insumo para el plan anual operativo de mantenimiento, en lo que se refiere a las metas de corto plazo. Por lo tanto, el programa

de mantenimiento debe elaborarse de acuerdo con los lineamientos institucionales que emita la dirección de mantenimiento institucional e incluir los indicadores pertinentes para conocer la eficiencia de la gestión y la eficacia en el cumplimiento de los objetivos del programa.

Al respecto, en el inventario técnico del recurso físico en las unidades ejecutoras, deberán cumplirse las siguientes disposiciones (CCSS, 2012):

Cada establecimiento, independientemente del tipo de servicios que preste, debe contar con un inventario técnico de las características y del estado del recurso físico sobre el cual actúa la gestión de mantenimiento. Este registro descriptivo, debe efectuarse de manera permanente y mantenerse actualizado. Además, el inventario técnico requiere de los pasos de codificación, de la evaluación y clasificación técnica.

De modo que, el levantamiento de la información del inventario técnico compete al personal de la unidad o actividad de mantenimiento (local o regional) y debe estar, de previo, debidamente entrenado para ese propósito. Asimismo, al tratarse de bienes muebles, el encargado de control de activos de la Unidad Ejecutora, facilitará la información disponible para este levantamiento. Los datos deben validarse con las jefaturas responsables del recurso físico y, cuando corresponda, con los operadores. Igualmente, cada componente del recurso físico sea equipamiento, mobiliario, infraestructura o instalaciones, debe estar identificado y descrito, de forma que no se pueda confundir con otro similar o idéntico, se utiliza la nomenclatura y mecanismos institucionales previstos para ese propósito, además, de permitir la ubicación dentro de un ambiente o establecimiento, salvo que sea móvil.

Acerca de la clasificación del recurso físico, debe tomar en cuenta los criterios de riesgo, afectación, uso, frecuencia y tiempo, según sea el tipo de recurso físico; de forma que se pueda definir la criticidad de cada elemento. Con base en esta clasificación por criticidad, se puede priorizar los componentes que requieren atención permanente, ocasional o solo correctiva. Al respecto, según el artículo 46, el mantenimiento a aplicar al recurso físico debe ser al menos preventivo y correctivo. Por otra parte, el mantenimiento de la infraestructura, instalaciones y el equipo de baja y mediana complejidad, debe atenderse preferentemente con recursos humanos institucionales y el mantenimiento de instalaciones y equipos de alta complejidad; por lo tanto, sino se cuenta con personal institucional suficiente, formado y/o capacitado para esas labores, puede ser completado por medio de contratos con terceros supervisados por personal de la institución.

Con referencia al inventario técnico, el funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento local o regional será responsable de definir el tipo de mantenimiento a ejecutar sobre los componentes del recurso físico, ya sea preventivo, correctivo u otro (programado o no programado). Para cumplir lo anterior, deberá seguir las regulaciones publicadas en los manuales de servicio de los diversos componentes del recurso físico, salvo que existan condiciones que impidan estas acciones.

Por lo que se refiere a las actividades para el mantenimiento programado, con base en la definición del tipo de mantenimiento del artículo 46 para el recurso físico, debe elaborarse una ficha de actividades de mantenimiento programado, sean correctivas, preventivas o de cualquier otro tipo, con la periodicidad o frecuencia cuando corresponda; asimismo, una descripción puntual de las

actividades a realizar, que coincida con la recomendación de los fabricantes originales y/o lineamientos institucionales correspondientes. Por lo tanto, se considerará inaceptable dejar de ejecutar actividades que tengan como consecuencia efectos adversos sobre la seguridad de operación del recurso físico. Cabe mencionar que, el desarrollo de las actividades de mantenimiento será de acuerdo con lo indicado en la “Norma para la Elaboración de Rutinas de Mantenimiento Preventivo”.

También, las intervenciones de mantenimiento en el recurso físico podrán realizarse utilizando recursos propios, contratados o una combinación de las anteriores. Para ello, para determinar la modalidad de intervención de mantenimiento en el recurso físico a utilizar, se debe identificar la carga de trabajo requerida, con el propósito de llevar a cabo las actividades de mantenimiento programadas y determinar la capacidad resolutive que dispone la unidad. En tal caso, si la unidad no pudiera cubrir con la carga de trabajo requerida, se pueden contratar los servicios de mantenimiento por terceros. La decisión de adoptar la modalidad de contratación de los servicios de mantenimiento debe contemplar, entre otros aspectos, si se cuenta con los recursos necesarios: presupuestarios, tecnológicos, físicos, materiales o cualquier otro que pueda ser necesario; además, valorar la urgencia, complejidad, magnitud, habilidades técnicas requeridas, entre otras, para ejecutar las labores (CCSS, 2012, p. 11).

Cabe mencionar que, las personas físicas o jurídicas contratadas para ejecutar acciones de mantenimiento, quedan obligadas a conocer y actuar conforme a este reglamento en todo lo que les sea aplicable, por lo que, al tratarse de contratos, deben comprometerse en forma escrita. Al mismo tiempo, con el fin de verificar el cumplimiento contractual, debe establecerse un proceso en el que se revise, verifique y acepte el cumplimiento de las condiciones y especificaciones del objeto o servicio contratado, que aplique lo establecido en la Ley y Reglamento de Contratación Administrativa.

De igual forma, la ejecución de actividades de mantenimiento debe hacerse de forma que garantice la continuidad de las operaciones normales, en caso de que deba interrumpirse el servicio, se deben ejecutar minimizando el tiempo de paro en coordinación con los operadores y la jefatura responsable del componente del recurso físico. A la vez, la formulación del programa de mantenimiento compete al funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento local o regional, según corresponda. Por ello, el programa de mantenimiento debe considerar todas las acciones de mantenimiento sobre el recurso físico, requeridas para preservar las condiciones normales de operación. Cabe acotar que, cada actividad, debe estar programada en el tiempo y tener identificados los recursos necesarios para proceder con la ejecución

Asimismo, corresponde al funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento local y a los funcionarios que ejecutan las actividades de mantenimiento, hacer uso correcto y racional de los recursos presupuestarios asignados a la gestión de mantenimiento, de forma que se garantice la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico existente y del que se incorpore con el tiempo. Por lo tanto, se entiende por recursos asignados al mantenimiento de aspectos como: presupuestarios, humanos, de espacio físico, herramientas, equipos de medición, materiales y tecnológicos. Además, se declaran intransferibles, los recursos asignados al mantenimiento de otro tipo de actividades ajenas al programa, que impidan el cumplimiento de todas las actividades programadas en el plan anual operativo de mantenimiento (CCSS, 2012).

Conviene indicar que, para cada activo del recurso físico, debe llevarse un historial de las intervenciones realizadas, tanto de mantenimiento programado como no programado, en el que se indique al menos la siguiente información: datos generales del activo o componente del recurso físico, fecha y hora en que se realizó y finalizó la intervención, descripción de las tareas ejecutadas, nombre de los técnicos que participaron, horas hombre, materiales, insumos y repuestos utilizados, tiempo fuera de servicio y el costo total. Asimismo, toda intervención de mantenimiento sobre el recurso físico debe quedar registrada y documentada oportunamente (CCSS, 2012).

Referente al control de la gestión de mantenimiento, el funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento local o regional es el responsable de controlar la gestión de mantenimiento. Además, debe de presentar informes semestrales y anuales, en estos deben incorporarse indicadores de eficiencia y eficacia de la gestión del mantenimiento y del estado del recurso físico, todo de acuerdo con la normativa de indicadores de gestión.

A la vez, para el inventario técnico del recurso físico en el SIGMI, cada establecimiento, independientemente del tipo de servicios que preste, debe contar con un inventario técnico de las características y del estado del recurso físico sobre el cual actúa la gestión de mantenimiento. Este registro descriptivo, debe efectuarse de manera permanente y estar actualizado. Al mismo tiempo, el inventario técnico, requiere de los pasos de codificación, de la evaluación y clasificación técnica. En cuanto al levantamiento de la información, compete al personal de la unidad o actividad de mantenimiento y debe estar, de previo, debidamente entrenado para ese propósito. Asimismo, cada componente del recurso físico sea equipamiento, mobiliario, infraestructura o instalaciones, debe estar identificado y descrito, de forma que no se pueda confundir con otro similar o idéntico, para ello, se utiliza la nomenclatura y mecanismos institucionales previstos para ese propósito, además de permitir la ubicación dentro de un ambiente o establecimiento, salvo que sea móvil.

#### 2.3.8.8. *DMI-P04-PR01, Procedimiento Reconocimiento del Universo de Trabajo de Mantenimiento*

En cuanto a este procedimiento, se basa en proporcionar un marco de referencia estructurado, que permite a las unidades de I&M estandarizar la forma en que se realiza la identificación de todo el recurso físico sujeto de mantenimiento y las estrategias de mantenimiento a aplicar. Además, provee una categorización específica para el registro de información del recurso físico institucional, alineada a un enfoque de gestión de activos. Por ello, la taxonomía propuesta para la categorización del recurso físico está basada en el estándar internacional de la Norma ISO 14224, la cual permite que la CCSS cuente con una estructura específica para el registro de información del recurso físico institucional (CCSS, 2020).

Por consiguiente, el universo de trabajo corresponde al conjunto de equipos, sistemas electromecánicos e infraestructura con que cuenta un establecimiento. De manera que, a través del reconocimiento de estos elementos, se puede identificar el recurso físico con el que cuenta la Unidad y así tener un panorama claro para definir las estrategias de mantenimiento que se aplicarán a cada elemento dependiendo de la criticidad.

En relación a ello, el procedimiento para el registro de información del recurso físico institucional en la categoría de servicio institucional define el código relativo a la taxonomía. Este incluye los siguientes niveles (CCSS, 2020, p. 10):

- a. Clasificación del Servicio Institucional.
- b. Región.
- c. Tipo de establecimiento.
- d. Unidad programática.

La categoría localización, tiene como objetivo establecer un código de orientación espacial, lógico y ordenado de los distintos recintos funcionales de los establecimientos. Por lo cual, este código, permite ubicar los equipos y referenciarlos al recinto funcional al que pertenecen, además de ayudar en la orientación de los usuarios internos y externos dentro de cada Unidad, todo ello, con el fin de que los traslados sean más eficientes. Es importante mencionar que, el funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento (FRM) en el establecimiento, debe gestionar el levantamiento de planos de las edificaciones que pertenezcan al establecimiento y realizar una identificación de todos los edificios que pertenecen a la Unidad.

En lo referente a la categoría de sistemas electromecánicos, el FRM en conjunto con el coordinador de la especialidad de equipo médico, debe gestionar el levantamiento de planos de las instalaciones equipo médicos del establecimiento, siempre y cuando sea viable y de valor para la institución (no será necesario hacer levantamientos a instalaciones con más de 10 de años de vida útil).

En cuanto la categoría de equipamiento, el FRM gestionará con el encargado del registro de activos de la unidad para obtener un listado total de los activos en condición de funcionamiento, asociados a la unidad programática. Igualmente, el FRM con el encargado de cada especialidad, definirá los activos prioritarios a levantar, de acuerdo a la experiencia e historia de relevancia de los activos en la unidad. A estos activos se les debe completar la siguiente información técnica (CCSS, 2020):

- a. Tipo de equipo.
- b. Tipo de adquisición.
- c. Vida útil residual (basado en la expectativa de vida planteada para los distintos equipos en la guía de reemplazo y con la experiencia y apreciación del encargado).
- d. Estado del equipo (bueno/regular/malo) y registrar todo lo pertinente a las fallas o estado anómalo del equipo.
- e. Estado de garantía.
- f. Contratos (no está comprendida como parte del reconocimiento del universo de trabajo).
- g. Complejidad (alta, mediana o baja).
- h. Análisis de criticidad (A/B/C).
- i. Localización.
- j. Asociado a un sistema electromecánico.

En efecto, el análisis de criticidad corresponde al nivel de importancia e impacto del recurso físico en función de la prestación de servicios. Por ello, la criticidad se determina a través del análisis de cuatro

criterios: riesgo (seguridad y medio ambiente), prestación de servicios, calidad y mantenimiento, por lo cual, este es un factor de peso en la toma de decisiones y priorización de recursos de mantenimiento.

Asimismo, para priorizar la atención de los elementos de obra civil, es necesario tomar en cuenta aspectos trascendentales como: una posible afectación a la prestación de los servicios de salud, riesgos a la vida, alto tránsito de usuarios internos o externos y cumplimiento de la ley de accesibilidad. Dentro de estos, se citan los siguientes elementos (CCSS, 2020):

- a. Baterías de baños.
- b. Fachadas.
- c. Cubiertas de techo.
- d. Áreas asépticas (curaciones, quemados, quirófanos, laboratorios, cuidados intensivos, entre otras).
- e. Áreas primordiales para la atención a usuarios (emergencias, consulta externa, rayos x, entre otros).
- f. La unidad de ingeniería y mantenimiento deberá prestar especial atención a los recintos en los cuales se realizan los procesos críticos que brinda la institución, con el fin de garantizar la continua prestación de los servicios y la vida de los pacientes.

En cuanto al análisis de criticidad de las instalaciones, no se deben clasificar como un todo, sino que cada uno de los equipos que la conforman dará la prioridad de atención la cual depende del análisis de criticidad.

De tal forma, se enumeran los sistemas electromecánicos considerados como esenciales (básicos para el funcionamiento de un establecimiento de salud), según lo indicado por la Norma NFPA 99, con el propósito de que estos sistemas y los componentes sean considerados como prioritarios en el momento de establecer programas de mantenimiento preventivo, dada la importancia que representan en la prestación de servicios, todo esto en conjunto con el análisis de criticidad de equipos. Estos comprenden: el sistema eléctrico, sistema de agua potable, sistema de aguas negras y servidas, sistema de aire acondicionado, ventilación y calefacción (HVAC), sistemas de protección contra incendios, sistema de suministro de combustible para los servicios y sistema de gases medicinales.

Se evidencia que, el análisis de criticidad es utilizado como herramienta para definir la jerarquía del equipamiento médico. Asimismo, los equipos se clasifican por la importancia en la prestación de servicios, de manera que se puedan dirigir los recursos hacia los activos de mayor relevancia. Además, ayudan a determinar la trascendencia y las consecuencias de posibles fallas en los equipos en un contexto de afectación a la continua prestación de servicios institucionales (CCSS, 2020).

En relación con ello, los equipos, se clasifican según la criticidad en:

- a. Equipos clase A (críticos).
- b. Equipos clase B (importantes).
- c. Equipos clase C (prescindibles).

Se debe tener en consideración, las definiciones y planteamientos asociados a la gestión de riesgos establecidos en el NFPA 99 – 2015. Para ello, el FRM realiza el análisis de criticidad para los activos

tipificados como equipo médico y equipo industrial, toman como referencia los siguientes criterios presentes en la Tabla 42 (CCSS, 2015, p 11):

**Tabla 42.**

*Clasificación de la criticidad de equipos*

Riesgo (seguridad y medio ambiente)	Prestación de servicios	Calidad	Mantenimiento
Puede originar un accidente muy grave a usuarios internos y externos	El paro afecta la prestación de servicios	Es clave para la calidad en la prestación de servicios	Alto costo de reparación en caso de avería
<b>A</b> Necesita revisiones periódicas frecuentes (diarias)	La salida de operación del equipo pone en riesgo la salud o vida del paciente	Es causante de reprocesos	Consumo de una parte importante de los recursos de mantenimiento (materiales y mano de obra)
Tiene incidencia de accidentes en el pasado			Fallas muy frecuentes
<b>B</b> Necesita revisiones periódicas (mensuales) Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas	Afecta la producción, pero es recuperable, no llega a afectar al usuario ni la programación de servicios	Afecta la calidad, pero habitualmente no es problemático	El costo de mantenimiento no es elevado, en el caso de que se presente una avería grave
<b>C</b> Poca probabilidad de que ocurra un accidente grave	Poca relevancia en la prestación de servicios	No afecta la calidad	Costo de mantenimiento bajo

De igual manera, el FRM debe tener en consideración las definiciones y planteamientos asociados a la gestión de riesgos establecidos en el NFPA 99 – 2015. Por lo que, debe establecer anualmente la estrategia de mantenimiento a aplicar para cada uno de los elementos del recurso físico del establecimiento. Esta definición, se realizará tomando en cuenta la clasificación de obra civil, instalaciones, equipos médicos y equipos definidos; además, de analizar el recurso financiero y humano, competencias de los funcionarios de mantenimiento, oferta de servicios en la zona, procesos de contratación u otros que se consideren oportunos.

Por lo que corresponde al recurso físico clasificado como “A”, se deben aplicar las estrategias de mantenimiento que aseguren la máxima confiabilidad y disponibilidad, tal como lo indica el Artículo 46 del Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento. Propiamente, respecto a este tema, la guía del procedimiento de reconocimiento del universo de trabajo de mantenimiento define lo siguiente (CCSS, 2015):

- a. Criticidad de equipos (A, B, C): corresponde al nivel de importancia e impacto de un recurso físico, en función de la prestación de servicios. Esta criticidad, se determina a través del análisis de cuatro elementos: riesgo (seguridad y medio ambiente), prestación de servicios, calidad y mantenimiento. En cuanto a la clase A, corresponde a los equipos críticos que son indispensables para la prestación de servicios, la B son equipos importantes para la prestación de servicios, y la C equipos prescindibles que tienen bajo impacto en la continuidad de los servicios. Por lo tanto:

- a. Equipos clase A (críticos): son aquellos equipos que una salida de operación, avería o mal funcionamiento afecta significativamente y/o paraliza la prestación de los servicios o incluso pone en riesgo la vida de usuarios internos y externos.
  - b. Equipos clase B (importantes): son aquellos equipos cuya salida de operación, avería o mal funcionamiento afecta parcialmente la prestación de los servicios, no obstante, las consecuencias pueden ser manejables y asumibles.
  - c. Equipos clase C (prescindibles): son aquellos equipos que tienen una baja repercusión en la continuidad de los servicios institucionales, la salida de operación o fallas significaría apenas una pequeña molestia, cambio de escasa trascendencia, o bajo costo.
- b. Universo de trabajo: corresponde al conjunto de equipos, sistemas electromecánicos e infraestructura con que cuenta un establecimiento. A través del reconocimiento de estos elementos, se puede identificar el recurso físico con el que cuenta en la unidad y así tener un panorama claro para definir las estrategias de mantenimiento que se aplicarán a cada elemento dependiendo de la criticidad.

2.3.8.9. *GIT-I-GR-110, Guía para la elaboración del programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de la CCSS*

Por lo que se refiere al mantenimiento, este representa un costo de operación o inversión continua en el tiempo que tiene como objetivo conservar los activos en buen estado físico y operacional, para garantizar continuidad, confiabilidad y seguridad en la prestación de servicios. Esto permite a la CCSS cumplir con los objetivos y metas como entidad de la seguridad social. En efecto, la prestación de los servicios de salud, sociales y pensiones, con calidad, seguridad y oportunidad, no sería posible sin el recurso físico apropiado en óptimas condiciones de funcionamiento y conservación. De ahí, la importancia que todos los recursos físicos que disponen las unidades médicas y administrativas prestadoras de servicios estén contemplados en un programa de mantenimiento que vele por la conservación, funcionamiento, eficacia, uso seguro y que brinde información para planear el reemplazo en el corto o mediano plazo (CCSS, 2015, p. 12).

Asimismo, el reglamento sistema de gestión de mantenimiento institucional, establece la importancia y obligatoriedad de formular un programa de mantenimiento del recurso físico y lo define como un proceso documentado en el que se establecen acciones determinadas y periódicas de mantenimiento a efectuar sobre el recurso físico, con el fin de preservar las condiciones normales de operación (CCSS, 2015, p. 12). Por otra parte, la guía para normalizar el proceso de elaboración de programas, establece una metodología estructurada y secuencial para la elaboración de programas de mantenimiento preventivo a nivel institucional, esta indica cómo identificar los recursos necesarios y fundamentales para la elaboración de los programas de mantenimiento. De igual forma, se promueve el control de registros históricos que ayudan a realimentar el programa de mantenimiento preventivo.

De acuerdo al Capítulo VII, Art. 33, Art 34, Art 35, Art 36, Art 37 y Art 38 del Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional, se establecen las responsabilidades de los actores que participan en el SIGMI. Por otra parte, el coordinador de mantenimiento debe elaborar y presentar el programa de mantenimiento, plantear los recursos necesarios para la ejecución del programa y realizar informes sobre la ejecución y el control del mantenimiento.

Para ello, la metodología para elaborar el programa de mantenimiento, define tanto el inventario técnico del recurso físico como el insumo principal para elaborarlo. De esta manera, al recurso físico seleccionado, se le deberán realizar las rutinas de mantenimiento correspondientes para estar incluido en el programa de mantenimiento, para ello, se toma como base los lineamientos indicados en la "Guía para la elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo". Cabe mencionar que, las rutinas son la base fundamental para estimar la necesidad de recursos humanos, materiales y financieros, las cuales serán necesarias para poner en marcha el programa de mantenimiento.

De la misma manera, el recurso físico clasificado como "A", deberá ser incluido de forma prioritaria dentro del programa de mantenimiento, el recurso físico restante ("B" o "C") podrá ser adjuntado según los requerimientos y posibilidades de cada establecimiento. De acuerdo a la clasificación dada por el inventario técnico, se define el o los tipos de mantenimiento a aplicar, se tiene como base el mantenimiento preventivo y correctivo.

Como parte de la elaboración del programa de mantenimiento, se debe realizar un análisis de la capacidad resolutive de mantenimiento en las distintas áreas técnicas (eléctrica, mecánica, equipo médico, electrónica, obra civil), la cual debe ser comparada con la carga laboral necesaria para la ejecución del programa de mantenimiento. Así, el Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento en el artículo 48, indica que para determinar la modalidad de las intervenciones de mantenimiento, debe tomarse en cuenta la carga de trabajo requerida para implementar el programa de mantenimiento y la capacidad resolutive con la que cuenta la unidad.

Respecto a la contratación de actividades de mantenimiento, las empresas proveedoras de servicios de mantenimiento deberán considerar lo estipulado en el marco normativo del sistema de gestión de mantenimiento. También, las unidades pueden organizarse y contratar los servicios en forma conjunta o bien articular con el nivel regional la contratación de servicios de mantenimiento, con el fin de seguir principios de economía de escala. A la vez, la programación detallada de las actividades de mantenimiento, debe estar diseñada con base en la capacidad real de mantenimiento de toda la unidad, tomando en consideración la totalidad del personal y la periodicidad en que se ejecuten las labores. Para ello, el cálculo de la carga de trabajo para establecer el programa de mantenimiento, se hará por medio de los tiempos establecidos en las rutinas de mantenimiento, en este se aplica la siguiente fórmula (CCSS, 2015, p. 7):

**Ecuación 7:** CTA

$$CTA = TAM * (1 + x)$$

Dónde:

- a. *CTA*: Carga de trabajo anual (en horas).
- b. *TAM*: Tiempo anual de mantenimiento (horas).
- c. *x*: es el factor de corrección, el cual corresponde al 30% del total de horas requeridas para mantenimiento (20% por mantenimiento correctivo, 5% por labores administrativas y 5% por tiempos muertos).

Para lo relacionado a la obra civil, las inspecciones se hacen por grupo, por lo que en cada uno de los componentes se inspecciona "n" cantidad de veces en un año, dentro de la inspección grupal que se tiene establecida. A la vez, el TAM se calcula al realizar una sumatoria del tiempo total requerido para llevar a cabo todas las intervenciones; la cantidad de intervenciones se obtienen de las actividades definidas en las rutinas de mantenimiento. Además, al TAM total, se le debe agregar el porcentaje correspondiente al factor de corrección. Una vez que se cuenta con el tiempo requerido para mantenimiento, se debe obtener la capacidad resolutive para cada área de trabajo expresada en horas. Se define un estándar de horas disponibles por año para el técnico de I&M en HDA (CCSS, 2015).

Para el cálculo del personal requerido para la ejecución del mantenimiento, se deben tomar en cuenta los datos de la CTA de mantenimiento y las horas disponibles por año (CCSS, 2015):

**Ecuación 8:** Personal requerido

$$\text{Cantidad de personal requerido} \\ \text{para la ejecución del programa} = CTA / HDA$$

Por lo tanto, el personal obtenido al aplicar el procedimiento anterior se refiere al total del personal necesario para ejecutar las labores de mantenimiento, no al personal que debe tener la unidad. Por consiguiente, la estrategia de mantenimiento (tipo y modalidad), debe variarse de tal manera que se pueda cumplir el programa de mantenimiento con los recursos disponibles.

Con base a la información recabada mediante la metodología anterior, se debe elaborar un cronograma donde se defina la programación del mantenimiento preventivo a realizar al recurso físico. Para llevarlo a cabo, la información mínima por es la siguiente (CCSS, 2015, p. 12):

- a. Nombre del recurso físico.
- b. Código o activo.
- c. Localización.
- d. Estrategia de mantenimiento.
- e. Empresa responsable.
- f. Cantidad de intervenciones.
- g. Cronograma de actividades (puede ser anual, mensual, semanal o diario).
- h. Encargado de la supervisión y/o ejecución.
- i. Costo anual de mantenimiento.
- j. Partida presupuestaria.
- k. Observaciones.

Asimismo, la guía, recomienda utilizar distintos niveles de programación que dependen del plazo de planificación a cubrir, sea esta a largo, mediano o corto plazo:

- a. Largo plazo: actividades con periodicidad superior a un año (1-5 años).
- b. Mediano plazo: actividades con periodicidad de anual a mensual.
- c. Corto plazo: actividades con periodicidad diaria o semanal.

De esta forma, la programación de mantenimiento puede realizarse por especialización si así se considera oportuno y si las características del personal y el establecimiento lo requieren.

2.3.8.10. *GIT-I-GR-119 Guía para la identificación de los indicadores del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional*

Con respecto a esta guía, se definen los indicadores del SIGMI, que permiten controlar y monitorear de manera adecuada la gestión de mantenimiento y el estado del recurso físico en las unidades de la CCSS. Por lo que, los indicadores de gestión son medidas específicas y verificables de los avances o resultados de una actividad, sirven de patrón para medir o mostrar el progreso de una actividad durante la ejecución del plan presupuesto con respecto a las metas programadas (CCSS, 2017).

También, se definen los criterios para evaluar la calidad de los indicadores de desempeño, estos deben ser específicos y medibles, con un alcance definido, además, aportar relevancia a la gestión del mantenimiento y con una temporalidad definida. Entre otros conceptos, la guía define eficacia como la capacidad para cumplir en el lugar, tiempo y calidad las metas establecidas. A la vez, el concepto de eficiencia se refiere al uso racional de los recursos con que se cuenta para alcanzar un objetivo, es decir, la capacidad para cumplir con el mínimo de los recursos disponibles.

En el enfoque de gestión por resultados, las mediciones sobre el avance de las metas institucionales deben realizarse empleando indicadores que aporten información útil y oportuna para la toma de decisiones, en todos los procesos de planificación y etapas de la cadena de resultados. Esta cadena de resultados se relaciona de manera directa con los procesos de planificación y seguimiento institucional (CCSS, 2017).

Por esta razón, al tener en cuenta que la gestión implica ejecutar acciones orientadas al logro de objetivos, los indicadores deben estar elaborados de manera que a través de ellos se pueda valorar el avance de la ejecución. Por lo cual, los indicadores presentados en la guía, están relacionados con el desarrollo del SIGMI como lo establece el artículo 97 del Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento. Cabe mencionar que, tales indicadores se resumen en la Tabla 43.

**Tabla 43.***Indicadores del sistema de gestión de mantenimiento institucional de la CCSS*

Ámbito de acción	Nombre del indicador	Clasificación	Periodicidad de medición
Estratégico:	Índice de avance en la gestión de mantenimiento, verificación nivel central	Impacto – eficacia	Anual
Estratégico – operativo:	Porcentaje de ejecución presupuestaria de mantenimiento	Insumo – eficiencia	Anual
Táctico:	Porcentaje de asignación presupuestaria para mantenimiento	Insumo- economía	Anual
Táctico – operativo:	Índice de satisfacción de los usuarios de las unidades de mantenimiento	Impacto- calidad	Anual
Operativo:	Índice de avance en la gestión de mantenimiento, seguimiento local	Impacto – eficacia	Anual
Operativo:	Tiempo medio de reparación	Proceso – eficacia	Definición local
Operativo:	Tiempo medio entre fallas	Proceso – eficacia	Definición local
Operativo:	Porcentaje de disponibilidad	Resultado intermedio-calidad	Definición local
Operativo:	Índice de mantenimiento preventivo	Proceso – eficacia	Semestral

#### 2.4. Oportunidades de mejora en el área de I&M

Para el establecimiento de las oportunidades de mejora, se toman en cuenta las deficiencias encontradas en las causas asociadas al funcionamiento del departamento de mantenimiento y el análisis de la normativas y reglamentos aplicables a este, para ello, se enlistan cada una de las causas encontradas y se plantean las oportunidades de mejora para cada una de ellas, tal y como se observa en la Tabla 44:

**Tabla 44.***Oportunidades de mejora*

Causas	Oportunidades de mejora
1. Ausencia en la ejecución y control de indicadores de mejora continua, cantidad de correctivo vs cantidad de preventivo.	1.1 Crear, documentar y establecer la cultura de trabajo preventiva basada en la priorización de este tipo de mantenimiento.
2. Ausencia de guías de periodicidad y frecuencia para los equipos.	2.1 Creación de un manual para cada sub área con la cantidad de equipos, características técnicas y variables de mantenimiento.
3. Ausencia de la hoja de vida de los equipos.	3.1 Creación de una bitácora de mantenimiento para cada equipo según la criticidad.
4. Capacidades insuficientes de acuerdo a la cantidad de equipos.	4.1 Utilizar una estrategia de mantenimiento que priorice los equipos, según la criticidad, empezando por los más críticos.
5. Personal con habilidades específicas.	5.1 Capacitar al personal para lograr la multifuncionalidad de los mismos.
6. Ausencia de un estándar de planificación.	6.1 Utilizar el reglamento establecido por la CCSS que menciona que basado en el programa de mantenimiento se debe de crear el presupuesto

**Tabla 44.***Oportunidades de mejora (continuación)*

<b>Causas</b>	<b>Oportunidades de mejora</b>
7. Ausencia de un método que priorice órdenes de trabajo.	7.1 Creación de una estrategia de trabajo preventiva en donde el 75% del tiempo se dedique al mantenimiento preventivo y el 25% restante se distribuya en los mantenimientos correctivos y mejoras del recurso físico. 8.1 Crear el cronograma anual de mantenimiento.
8. Deficiencias en el programa de mantenimiento.	Documentar las rutinas de mantenimiento preventivo. Identificar la carga de trabajo. Identificar la capacidad resolutive de I&M.
9. Ausencia en la aplicación de procedimientos y métodos de trabajo.	9.1 Elaborar fichas técnicas de actividades de mantenimiento. Registro de datos de las actividades de mantenimiento en el sistema SOCO. Implementar procedimientos y lineamientos.
10. Falencias del inventario técnico del recurso físico.	10.1 Realizar inventario de las características y estado del recurso. Identificar y describir cada componente del recurso físico. Historial de intervenciones de mantenimiento (crear hoja de vida). Realizarla clasificación del recurso, que determine la criticidad.
11. Sesgo al medir la efectividad de la programación y controlar contratos.	11.1 Aplicar la ley y reglamento de contratación administrativa. Control de la ejecución de contratos. Establecer proceso para revisar, verificar y aceptar del contrato con un cronograma de actividades.
12. Falencias en la ejecución de indicadores de gestión.	12.1 Porcentaje de ejecución y asignación presupuestaria Índice de satisfacción de los usuarios. Índice de avance en la gestión de mantenimiento. Índice de mantenimiento preventivo. Tiempo de reparación, falla y disponibilidad de equipos.
13. Sesgo al realizar el plan anual de presupuestos.	13.1 Registrar toda intervención de mantenimiento.
14. Falencias al ejecutar programas de formación y capacitación.	14.1 Desarrollar y mantener una cultura de prevención. Desarrollar programas de seguridad del recurso. Formación y capacitación de mantenimiento.

## 2.5. Conclusiones del diagnóstico

Al finalizar la etapa del diagnóstico para el área de I&M, se deduce que las principales deficiencias que afectan la estrategia del área se centran en la planificación, ejecución y control de los procesos de mantenimiento. Todo ello, da como resultado que la mayor cantidad de órdenes de trabajo sean correctivas para las subáreas de electromecánica y obra civil, con un porcentaje del lapso dedicado al mantenimiento preventivo de 17% y 4%, respectivamente. Por lo tanto, incumple con el índice de mantenimiento preventivo, cuyo parámetro indica que como mínimo el 45% del tiempo debe ser dedicado a este.

Por consiguiente, al encontrar este comportamiento, se analiza cuáles son las causas que lo provocan. En efecto, se encuentra que el mayor porcentaje de impacto se centra en el método, con un 30% del total, esto se debe a que se halla ausencias en métodos para priorizar las órdenes de trabajo, los estándares de planificación, las estrategias de trabajo y las organizaciones de los presupuestos.

De igual manera, otra causa asociada a la problemática corresponde a la medición, con un impacto del 25% del total, esto ocurre debido a varias razones: la ausencia al aplicar los indicadores de mantenimiento, al uso único del sistema SOCO como base de datos documental y a la ausencia de bitácoras de hoja de vida de los equipos de cada departamento.

Consecuentemente, otra de las causas de mayor impacto es la mano de obra, en conjunto con los materiales, estos impactan con un factor de 15% cada uno. Asimismo, dentro de las principales problemáticas, se comprueba que la carga de trabajo supera la capacidad resolutive del área, esta última es de un 20% del total requerido.

En cuanto al análisis de las causas, la influencia de la maquinaria y el medio ambiente tienen un impacto del 10% y 5% respectivamente. Cabe mencionar que, la huella ocasionada por el medio ambiente no es controlable por el departamento, pues dichos efectos son inherentes a cualquier centro de salud. A la vez, en el caso de la maquinaria, las causas se asocian al cumplimiento de la vida útil de los equipos y a la obsolescencia programada de los mismos.

Igualmente, para el análisis de las normativas y reglamentos que regulan el funcionamiento del área, se evidencia que el establecimiento del programa de mantenimiento actual, que se ejecuta presenta deficiencias, puesto que, solamente cumple con un 39% y, de este porcentaje, la programación y cumplimiento de las actividades son los criterios de menor aporte.

Asimismo, en el análisis de los procedimientos y métodos de trabajo la principal oportunidad de mejora del área se centra en aplicar e implementar los mismos, no obstante, pese a que existe información documental, solo un 34% de los procedimientos se aplican en el departamento. Continuando con el análisis de los pilares de mantenimiento, se analiza el estado del inventario técnico, este se encuentra en conformidad con las normativas y reglamentos aplicables, en el cual, una causa de variación se asocia a la necesidad de crear hojas de vida de los equipos, debido a que esta información documental es vital para conocer los fallos que ha presentado un equipo a través del tiempo. De igual manera, para el análisis de la aplicación de indicadores de gestión, como se ha mencionado anteriormente, el departamento de mantenimiento actualmente no mide los resultados del funcionamiento, de forma que, es necesario implementar el análisis de estos. Cabe mencionar que, para este criterio, se observa una conformidad del 30% la cual se considera mala.

Finalmente, en cuanto a la formación y las capacitaciones, son aspectos que deben de estar orientados a la inducción del departamento, enfocados hacia una cultura preventiva. Para dicho fin, se posee un avance medio, sin embargo, al ser este el principal subcriterio, debe alcanzar la conformidad total. Es importante destacar que, al presente, se encuentra en un 60% de la calificación otorgada.

## Capítulo III. Diseño

### 3.1. Objetivo general

Rediseñar el programa de mantenimiento preventivo del departamento de mantenimiento del HCLVV mediante la reestructuración de los procesos que lo componen, así como el diseño de una metodología que permita controlar y mejorar la ejecución de las tareas preventivas, con el fin de garantizar la disponibilidad de equipos y consecuentemente la calidad de la atención médica.

### 3.2. Objetivos específicos

- a. Definir las actividades previas que se requieren ejecutar para obtener los insumos de entrada necesarios para el desarrollo del cronograma de mantenimiento preventivo de cada una de las subáreas del departamento de mantenimiento.
- b. Crear la metodología de control post ejecución de actividades de mantenimiento, en donde se identifique el nivel de cumplimiento entre lo planificado y lo ejecutado, mediante indicadores que permitan medir el desempeño y el avance en la gestión del mantenimiento de la unidad de I&M.
- c. Integrar dentro de la herramienta de control del programa de mantenimiento el algoritmo de Fennigkoh-Smith, con el fin de ajustar las periodicidades de los equipos para disminuir las fallas que se presenten entre los periodos de confiabilidad de los equipos.

### 3.3. Metodología de abordaje para el diseño

Con el propósito de desarrollar los objetivos descritos anteriormente, se establece la metodología de actividades, en la cual, se mencionan las herramientas a utilizar en el área de I&M con el fin de lograr los resultados esperados (Tabla 45).

Asimismo, esta metodología, considera herramientas propias de la carrera de ingeniería industrial, como lo es el mapeo de procesos, así como herramientas propias de la CCSS y se acompaña de instrumentos de investigación académica. En consecuencia, la combinación de estas permite desarrollar el plan de mantenimiento que posibilita al departamento ejecutar, medir y controlar los tres procesos que se llevan a cabo actualmente, debido a que estas acciones presentan oportunidades de mejora según el análisis realizado en el diagnóstico de este proyecto.

Además de la metodología de trabajo, se establece el cronograma de actividades, con el fin de controlar el tiempo que se emplea para cumplir con cada objetivo, de forma que, el proyecto se encuentre en todo momento bajo la atenta supervisión del equipo de trabajo.

**Tabla 45.**  
*Metodología del diseño*

<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Resultados</b>
Reconocimiento del inventario técnico del recurso físico del Hospital	Entrevistas no estructuradas con supervisores y jefe de mantenimiento	Base documental del universo de trabajo, la clasificación y ubicación espacial
	Revisión documental de manuales y guías de mantenimiento	
Rediseño del programa de mantenimiento del recurso físico	Procedimiento de reconocimiento del universo de trabajo de mantenimiento (PRUT)	Programa de mantenimiento preventivo por sub área
	Introducción a la gestión de inventario de equipo médico - (herramienta técnica de la OMS)	
	Métodos de CCSS para la determinación de capacidad de respuesta	
	Métodos estándares de la gestión de procesos	
Diseño de un módulo para calcular el índice de gestión del equipo	Métodos estándares del control de actividades	Catálogo de mantenimiento de rutina para equipo médico
	Guía para la elaboración de programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de CCSS	Herramienta de planificación y control del cronograma de mantenimiento preventivo
	Metodología Kanban para el control de procesos	
Diseño de un módulo para calcular el índice de gestión del equipo	Análisis del riesgo físico basado en la aplicación clínica	Herramienta de priorización por criticidad para el mantenimiento preventivo de equipos
	Evaluación del índice de gestión del equipo	Base documental de criticidad y periodicidad de mantenimiento preventivo para los equipos
Algoritmo de lógica difusa para la criticidad de equipos médicos de Fennigkoh Smith		

### **3.4. Desarrollo de los objetivos del diseño**

#### **3.4.1. Identificación de insumos para la elaboración del programa de mantenimiento**

Objetivo 1: Definir las actividades previas que se requieren ejecutar, para obtener los insumos de entrada necesarios para el desarrollo del cronograma de mantenimiento preventivo de cada una de las sub áreas del departamento de mantenimiento.

A partir del diagnóstico realizado en el área de I&M, se obtiene una serie de oportunidades de mejora que, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería, se pueden mejorar los resultados del departamento. Puntualmente, se detectó que las subáreas de electromecánica y obra civil tienen porcentajes de ejecución de mantenimientos preventivo-menores al mínimo establecido por el SIGMI; además, en el análisis de causa raíz de este comportamiento, se deduce que las principales

causas se asocian al método con la ausencia de estrategias de trabajo y estándares de planificación, aunado a fallas en la medición con la ausencia de control mediante indicadores.

Seguidamente, en el análisis de la capacidad de horas hombre disponibles para realizar programas de mantenimiento, se encuentra que esta es inferior a las necesidades que presenta el área, por lo que, la conclusión frente a esta problemática consiste en que el departamento de mantenimiento debe de conocer cuáles son los recursos con los que cuenta para, posteriormente, planificar los mantenimientos a realizar y con ello lograr que el programa de mantenimiento sea representativo para el departamento.

De forma que, el primer paso para el diseño de la mejora a implementar en este departamento consiste en determinar los insumos necesarios para crear un cronograma de mantenimiento, para esto la CCSS ha desarrollado mediante el GIT (Gerencia de infraestructura y tecnología) la guía para la elaboración del programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de mantenimiento local. Esta guía, enlista una serie de requerimientos para garantizar la representatividad del programa de la unidad local, mediante puntos que apoyan y fortalecen la formulación, ejecución y control del programa de mantenimiento del recurso físico, asimismo, que este se encuentre alineado a la visión estratégica plasmada en la reglamentación del SIGMI. Luego, se procede a enumerar y definir cada uno de los requerimientos que se presentan en esta guía.

#### 3.4.1.1. *Definición de las competencias de la unidad*

En esta etapa, se definen y se establecen las responsabilidades de los actores que participan en la ejecución de las actividades de mantenimiento, de forma que, cada uno tenga claro el rol dentro del departamento, así es como el SIGMI establece los roles para elaborar un programa de mantenimiento:

Responsabilidades del coordinador o supervisor de mantenimiento:

- a. Elaborar y presentar el programa de mantenimiento para aprobarlo e implementarlo.
- b. Programar las actividades de mantenimiento de forma semanal y verificar el cumplimiento de estas.
- c. Documentar el avance de la ejecución y programación, así como realizar los ajustes necesarios al programa de mantenimiento.
- d. Plantear los recursos necesarios para ejecutar el programa de mantenimiento.
- e. Realizar informes sobre la ejecución y control de la gestión de mantenimiento.

Técnico de mantenimiento:

- a) Ejecutar las tareas de mantenimiento, tal y como se establecen en las rutinas de actividades.
- b) Brindar observaciones sobre el estado de los equipos que requieren intervención.
- c) Documentar en todo momento las tareas realizadas en el sistema SOCO.

Jefe de mantenimiento:

- a) Velar por el cumplimiento de la creación, ejecución y control de los planes de mantenimiento de las sub áreas.
- b) Realizar las actividades estratégicas que permitan al departamento de mantenimiento contar con los recursos necesarios para brindar los servicios.
- c) Fiscalizar el nivel de avance en la gestión del mantenimiento.

#### 3.4.1.2. *Formulación del programa de mantenimiento*

Para elaborar el programa de mantenimiento del recurso físico, se debe seguir una serie de pasos secuenciales, que permiten que el programa sea acorde a las necesidades de cada unidad local, por lo que, cada una de ellas debe de cuantificar los siguientes requerimientos:

- a. Identificación del inventario técnico del recurso físico:

Es el insumo principal para elaborar el programa de mantenimiento, dado a que, el inventario técnico corresponde a la totalidad de equipos, activos e infraestructura a la que el departamento de mantenimiento debe de brindarle el servicio.

Dentro de la identificación del inventario técnico, se deben tomar en cuenta aspectos que definen al equipo y que son necesarios para realizar el cronograma de mantenimiento. Tales elementos, son los siguientes:

- a. Número de placa: Corresponde al código identificador del equipo, cada activo posee un único código.
- b. Nombre del activo: Corresponde al nombre del equipo.
- c. Servicio o sub área responsable: Hace referencia al servicio o unidad usuaria encargada de brindar el mantenimiento del equipo.
- d. Familia del activo: Está conformada por un conjunto de equipos de similar funcionamiento, por ejemplo: Bancas, Sillas, Mesas pertenecen a la familia de mobiliario.
- e. Descripción del activo: Breve referencia sobre el funcionamiento del activo, dentro de ella, se detalla si el equipo es ajustable, el tipo de material con el que fue construido y demás funciones de los activos.
- f. Ubicación del activo: Indica en cuál unidad usuaria se encuentra el activo, este aspecto es fundamental dado a que minimiza los recorridos en búsqueda, además, permite establecer canales de comunicación para garantizar que el servicio se pueda brindar en el momento más oportuno.
- g. Categoría del activo: Corresponde a la categoría A, B, C a la que pertenece el equipo, dicha categoría es asignada por la norma para la clasificación del recurso físico en las unidades de la CCSS, por lo que, el departamento de mantenimiento únicamente debe de identificar el inventario técnico y para cada activo asignarle la categoría. Dicha segmentación, indica que la categoría A hace referencia a equipos críticos, por ende, la inclusión dentro del programa de mantenimiento es obligatoria. Por otra parte, la categoría B, corresponde a los activos importantes para la prestación de los servicios, por ende, deben de ser incluidos dentro del programa de

mantenimiento, siempre que los activos críticos hayan sido asignados en la totalidad; además, es necesario contar con el recurso necesario tanto en consumibles como en tiempo disponible por operarios. Finalmente, los equipos categoría C son todos aquellos equipos prescindibles con los que cuentan las unidades usuarias, estos equipos se deben de incluir dentro del programa de mantenimiento únicamente si los activos clase A y B se encuentran todos cubiertos por la estrategia de mantenimiento y que los recursos del departamento, tanto en consumibles como mano de obra, no se hayan agotado.

- h. Frecuencia y periodicidad del mantenimiento: Hace alusión al tiempo entre mantenimientos preventivos, asimismo, la frecuencia es un parámetro que le asigna cada fabricante acorde a las necesidades de mantenimiento del equipo. La periodicidad, se trata de la cantidad de veces al año en que se repite la frecuencia de mantenimiento; por ejemplo, una frecuencia trimestral representa cuatro intervenciones al año en el equipo.

Como se menciona anteriormente, el inventario técnico corresponde a la base fundamental para el desarrollo del programa de mantenimiento, de forma que, las sub áreas de equipo médico, electromecánica y obra civil deben de contar con el inventario actualizado al año en curso. Al consultar esta información, se identificó que equipo médico cuenta con el inventario actualizado y cumple con los requisitos descritos anteriormente. Sin embargo, las sub áreas de electromecánica y obra civil, cuentan con un inventario técnico incompleto en uno o varios de los requisitos descritos anteriormente, principalmente, en la asignación de frecuencias y periodicidades de mantenimiento, así como en la categorización de los equipos.

Por esta razón, antes de proceder a elaborar el cronograma de mantenimiento, se debe de realizar el levantamiento del inventario técnico, una vez finalizada esta etapa, la cual se muestra en el apéndice 9 en la Tabla A 9. 1, es posible continuar con la evaluación de requisitos para confeccionar la programación de actividades para cada una de las subáreas.

#### 3.4.1.3. *Definición del tipo de mantenimiento*

Partiendo de la definición del inventario técnico, se procede a asignar cuáles equipos recibirán mantenimiento preventivo y cuáles un mantenimiento correctivo. Para dicho fin, los criterios utilizados son las categorizaciones A, B, C realizadas en la identificación del inventario técnico. De este modo, se define que los activos críticos (tipo A), formarán parte del programa de mantenimiento preventivo y los activos necesarios para la ejecución de los servicios (tipo B y C), recibirán mantenimiento correctivo.

Por lo tanto, la definición del tipo de mantenimiento a realizar se establece por el motivo que se asocia a la limitante de capacidad resolutive que posee el área de I&M, la cual no permite que el programa de mantenimiento se ejecute para la totalidad de equipos críticos y necesarios que posee el hospital.

Igualmente, para determinar la cantidad de equipos críticos y necesarios, se realiza un trabajo en conjunto con la contraparte para analizar la cantidad de equipos en cada uno de

los recintos del hospital, que forman cada unidad usuaria (para mayor detalle ver apéndice 9 Figuras de la 1 a la 18). Una vez finalizado este proceso, se contiene la cantidad de equipos correcta a incluir dentro de la programación de mantenimiento.

#### 3.4.1.4. *Elaboración de rutinas*

Seguido del reconocimiento y definición del tipo de mantenimiento que recibirá el inventario técnico, es necesario recopilar las rutinas de mantenimiento de los equipos, puesto que, este insumo es fundamental para el técnico que debe de realizar el mantenimiento preventivo en los equipos seleccionados.

En efecto, la rutina de mantenimiento corresponde a las actividades que el técnico debe de ejecutar para garantizar que el equipo no presente fallas durante la fase de operación y, como resultado, se prolongue la vida útil. Cabe destacar que, este conjunto de actividades las proporciona cada fabricante, de forma que cada equipo posee la propia rutina de mantenimiento.

Luego, se procede a consultar en el área de I&M, por los manuales de rutinas de mantenimiento de equipos necesarios para la ejecución del proceso de mantenimiento preventivo. En este sentido, se encontró que la sub área de equipo médico cuenta con el manual de rutinas de mantenimiento preventivo elaborado por la DEI y se denomina catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico (en el anexo 5 se presenta el detalle de este catálogo).

Posteriormente, se realiza la consulta en la sub área de obra civil y equipo industrial, ahí se encuentra que la obra civil, cuenta con un manual de actividades para el mantenimiento de la infraestructura física, sin embargo, el formato de rutina de mantenimiento no se encuentra en la sub área.

Por lo que corresponde a la sub área de equipo industrial, no se encuentra evidencia de rutinas de mantenimiento preventivo, ni de manuales de actividades de mantenimiento preventivo. Por este motivo, es necesario resolver la faltante de esta información, dado a que este insumo es imprescindible para realizar el proceso de mantenimiento preventivo.

Debido a la faltante de esta información, se procede a dialogar con la contraparte del proyecto y, en concordancia, se llega al acuerdo de que la mejora para esta necesidad consta de crear una lista maestra de actividades de mantenimiento preventivo, tal y como se ha desarrollado para la sub área de obra civil, a partir de esta, crear las rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructura individualmente.

Una vez obtenido el insumo necesario para realizar el programa de mantenimiento, se obtiene que, en la ejecución de cada rutina de mantenimiento preventivo, se consume una serie de insumos críticos, la mano de obra corresponde a uno de estos factores, razón por la cual, es necesario conocer cuál es el estado del departamento en cuanto a capacidad resolutive.

#### 3.4.1.5. *Estimación de las horas hombre disponibles para mantenimiento.*

Posteriormente, luego de identificar la carga de trabajo en la definición del inventario técnico del recurso físico, se debe verificar si esta se ajusta a la capacidad resolutive de cada sub área, la cual se expresa en horas disponibles por personal de mantenimiento. Para esto, se realiza una revisión documental, tanto en la Organización Internacional del trabajo (OIT) así como en las normativas establecidas por la CCSS, precisamente, por la Dirección de Mantenimiento Institucional (DMI) en la guía de elaboración del programa de mantenimiento del recurso físico.

En relación con ello, según OIT, (Kanawaty 1996, p. 17), el contenido del trabajo, son todas aquellas actividades que deben de ejecutarse para terminar una tarea u operación. Para esto, también se debe tomar en cuenta aquellas actividades que pueden ocasionar tiempos improductivos. Además, para realizar la medición del trabajo, es necesario comprender que no se debe de entender por trabajo únicamente la labor física o mental, también se incluye la justa cantidad de inacción o descanso necesaria para recuperarse del cansancio producido por dicha labor.

Por consiguiente, para lograr cuantificar de mejor forma las actividades necesarias para que el colaborador pueda lograr desempeñarse de forma adecuada, se ha definido una serie de suplementos por descansos, con el fin de compensar el estrés causado por una actividad. Sin embargo, se definen otros suplementos distintos a los asociados a la recuperación de fuerzas, entre ellos se consideran actividades repetitivas, labores donde el colaborador debe de realizar recorridos constantes o bien actividades donde el colaborador debe de permanecer estático durante un tiempo prolongado. De modo que, la cantidad de trabajo de una tarea no es solo es el tiempo requerido para efectuar a un ritmo que exija la tarea, sino también el tiempo suplementario que se considere necesario para el descanso.

De forma que, la OIT propone visualizar el trabajo como un conjunto de actividades que implican tanto la acción como el descanso o la recuperación, por este motivo, en términos generales el trabajo se modela por la siguiente ecuación:

**Ecuación 9:** Tiempo de trabajo

$$\text{Tiempo de trabajo} = \text{Contenido de trabajo} + \text{Tiempo suplementario} + \text{Suplementos adicionales}$$

- a. Contenido de trabajo: Tiempo básico en el que se ejecuta una operación, se mide en horas o minutos.
- b. Tiempo suplementario: Descanso necesario para recuperar fuerzas, corresponde a un porcentaje del lapso contenido en el trabajo.
- c. Suplementos adicionales: es la parte del suplemento por contingencias que representa el trabajo, de igual forma, concierne a un porcentaje del tiempo contenido en el trabajo.

Este estudio, define que el cálculo del tiempo necesario para la ejecución de un trabajo va más allá del tiempo que se utiliza para ejecutarlo. Para ello, se deben aplicar suplementos u

holguras en el mismo, de forma que no se impacte la salud y calidad del colaborador. Sin embargo, la definición de estos suplementos no aclara cómo se deben de medir, tampoco se ha especificado qué o cuántos tipos de suplementos se deben aplicar.

Para solucionar estas interrogantes, la OIT indica que quizás la determinación de suplementos es uno de los apartados que generan mayor controversia, dado a que, es realmente complicado determinar un estándar de suplemento para algunas tareas. Por lo tanto, se debe de evaluar de manera objetiva los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los diversos elementos del trabajo o a las distintas operaciones.

Las razones principales que generan esta dificultad son las siguientes:

- a. Factores relacionados con el individuo: edad, condición física, experiencia, habilidad.

Es evidente que, la mezcla de estas características hace realmente complicado que un suplemento estándar sea funcional para un grupo de trabajadores, por lo tanto, en caso de definirse uno implicaría que el tiempo dispuesto para realizar un trabajo sea mayor al que requiere un adulto joven de excelente condición física y menor para un adulto de edad avanzada y con deteriorada condición física.

- b. Factores relacionados con la naturaleza del trabajo en sí.

Principalmente, se asocia a que cada trabajo posee características propias que pueden causar grados de fatiga variables que, inevitablemente, ocasionarán que la ejecución de tareas se retrase en algún momento. Dentro de estas destacan: la posición de pie o sentado y la postura del cuerpo exigidas por el trabajo, el uso de fuerza para desplazar o transportar pesos de un lugar a otro y el exceso de tensión visual o mental impuesto por el propio trabajo.

- c. Factores relacionados con el medio ambiente.

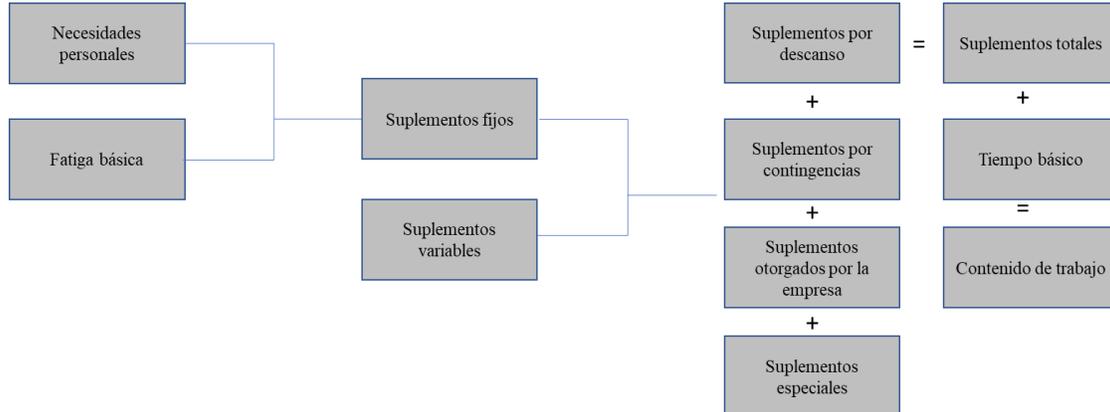
En cuanto a estos factores, los suplementos, y en particular los correspondientes a descansos, deben fijarse tomando en cuenta diversos factores ambientales, tales como: calor, humedad, ruido, suciedad, vibraciones, intensidad de la luz, polvo, agua circundante, etc. Asimismo, cada uno de ellos, debe influir en la importancia de los suplementos por descanso requeridos

De forma que, debido a estas particularidades, la OIT no ha adoptado (y no es muy probable que lo haga) normas relativas a la determinación de suplementos estándares. Por lo que, establecer un estándar para aplicar en una organización debe de hacerse de forma objetiva, asegurándose que el tiempo destinado sea representativo a las actividades que se ejecutan en el lugar.

Por lo tanto, para la determinación de suplementos a utilizar, la OIT propone los mostrados en la Figura 34.

**Figura 34.**

*Suplementos de trabajo*



A continuación, se procede a definir cada uno de estos suplementos:

- a. **Suplementos por descanso:** es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo, en ciertas condiciones, para que pueda atender las necesidades personales. Por ello, la cuantía depende de la naturaleza del trabajo. Los suplementos por descanso tienen dos componentes principales: los suplementos fijos y los suplementos variables. A la vez, los suplementos fijos se dividen en los siguientes:
  - a) **Suplemento por necesidades personales:** se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo, para ir a beber algo, para ir al baño... La mayoría de las empresas que lo emplean, suele oscilar entre el 5% y el 7%.
  - b) **Suplemento por fatiga básica:** se trata de una cantidad constante siempre y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo, para aliviar la monotonía. Por lo general, se fija en 4% del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumple la tarea sentado, es decir, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones ambientales y que no precisa emplear las manos, piernas y sentidos más allá de lo normal.
- b. **Los suplementos variables:** se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo, cuando las condiciones ambientales son malas y no se pueden mejorar, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.
- c. **Suplementos por descanso:** se expresan como porcentajes del tiempo básico y, como ya se ha indicado, se calculan normalmente elemento por elemento. Asimismo, esto es particularmente cierto cuando el esfuerzo invertido en los respectivos elementos varía mucho.
- d. **Suplemento por contingencias:** es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo, para prever legítimos añadidos de trabajo o demoras, que no compensan medirlos exactamente porque aparecen sin frecuencia y sin regularidad.
- e. **El suplemento por razones de política:** es una cantidad no ligada que se añade al tiempo tipo (o a alguno de los componentes, como el contenido de trabajo) para que, en

circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

- f. Suplementos especiales: suelen concederse para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales este no se podría efectuar debidamente. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros, lo que se deberá especificar. Asimismo, dentro de lo posible, se deberían determinar mediante un estudio de tiempos.

Con respecto a la implementación de estos suplementos en el área de I&M, la CCSS ha determinado mediante la dirección de mantenimiento institucional, una base objetiva acorde a las características de los individuos, los factores relacionados con el medio ambiente y con la naturaleza del trabajo en sí (el resumen de esta escogencia se presenta en el anexo 6).

Tomando en cuenta la tabla de tolerancias típicas, se definen los siguientes datos generales para una persona:

- a. Horario de trabajo: lunes a jueves de 7:00 am a 4:00 pm jornada continua = 9 horas diarias por 4 días = 36 horas viernes de 7:00 am a 3:00 pm jornada continua = 8 horas.
- b. Horas por semana: 44 horas por semana o 8,8 horas diarias.
- c. Días de trabajo al año: 365 días - 9 días feriados - 104 días (días de descanso ó fines de semana) = 252 días.
- d. Tiempos de descanso y alimentación: 15 min desayuno + 30 min de almuerzo + 15 min de café = 60 min / 1 hora diaria / 252 horas al año.
- e. No se consideran tiempo por vacaciones. (para efectos del ejemplo se tiene definido que el personal en vacaciones es sustituido).
- f. Horas teóricas disponibles por año: (252 días por 8,8 horas) - 252 horas por descanso y alimentación = 1 968,8 horas disponibles
- g. Tiempos por tolerancias o suplementos = menos 21% del tiempo total disponible = 415,85 horas por tolerancias. (Este valor se calcula tomando en cuenta la tabla de tolerancias típicas para análisis de cargas de trabajo, la cual se puede consultar en el anexo 6).
- h. Horas disponibles por año = 1 968,8 horas teóricas - 415,85 horas por tolerancias = 1 552,8 horas disponibles por año (HDA).

#### 3.4.1.6. *Análisis de capacidad resolutive*

Como parte de la elaboración del programa de mantenimiento, el GIT establece que se debe de realizar un análisis de la capacidad resolutive de mantenimiento en las distintas sub áreas técnicas (electromecánica, equipo médico, obra civil); la cual, consiste en analizar la carga de trabajo de cada una de las sub áreas de acuerdo a la cantidad de equipos que cada una posee y a las necesidades de mantenimiento de los mismos. Dichas necesidades, se deben de solventar cada cierto periodo dependiendo del equipo, de forma que el total de equipos demandan una carga de trabajo para la sub área de mantenimiento que debe de ser solventada con la disponibilidad de mano de obra con la que cuenta el departamento.

Para ahondar, el detalle de este análisis se explica ampliamente en el diagnóstico realizado para el área de I&M, para esto se considera la totalidad de equipos A, B, C identificados en el levantamiento del inventario técnico, además, se calcula el tiempo real disponible de los técnicos de mantenimiento al tomar en cuenta los diferentes factores que influyen en el departamento de mantenimiento, con esto se obtiene como resultado la Tabla 46 que detalla las horas disponibles anualmente (HDA).

**Tabla 46.**

*Total de horas disponibles anualmente*

Especialidad	Jornada diaria	Feriatos/año	Días descanso	Días laborables al año	H disponibles al año	t alimentación	HTD	% FT	HDA	Colaboradores	Total HDA
Técnico equipo médico	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	2	3 105,6
Técnico electromecánico	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	5	7 764,1
Técnico obra civil	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	5	7 764,1
Supervisor (equipo médico)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Supervisor (electromecánica)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Supervisor (obra civil)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1	1 552,8
Total horas disponibles al año:											23 292,4

Posterior a la identificación de las horas disponibles anualmente (HDA), se procede a realizar el cálculo de la carga de trabajo, con el fin de contrastar ambos resultados y determinar la modalidad de mantenimiento a aplicar al recurso físico. En la Tabla 47 se presenta el detalle del análisis de la carga de trabajo actual en el área de I&M.

**Tabla 47.**

*Determinación de la cantidad de colaboradores necesarios en el área de I&M*

Subáreas	TM Preventivo	TM Correctivo	T Espera	Labores Admin.	Total CTA	CTA	HDA	Cant. colaboradores necesarios (CTA/HDA)	Cant. colaboradores actuales / sub área
Equipo industrial	36 293,7	7 258,7	1 814,7	1 814,7	3 6293,7 x (1,03) = 45 367,1	45 367,1	1 552,8	29	5
Equipo médico	8 802,5	1 760,5	440,1	440,1	8 802,5 x (1,03) = 11 003,1	11 003,1	1 552,8	7	2
Obra Civil	49 830,6	9 966,1	2 491,5	2 491,5	49 830,6 x (1,03) = 62 288,3	62 288,3	1 552,8	40	5
<b>Total mantenimiento preventivo</b>	<b>94 926,8</b>	<b>18 985,4</b>	<b>4 746,3</b>	<b>4 746,3</b>	<b>94 926,8 x (1,03) = 118 658,5</b>	<b>118 658,5</b>	<b>1 552,8</b>	<b>76</b>	<b>12</b>

Por ende, al analizar la carga de trabajo para cada sub área y contrastarla contra las horas disponibles por técnico, se obtiene la cantidad de colaboradores necesarios para ejecutar un programa de mantenimiento preventivo al 100% del inventario técnico del que es responsable cada sub área. A partir de este análisis, se obtiene como resultado que existe una brecha importante, por la cual no es posible ejecutar con recursos propios un programa de mantenimiento preventivo a la totalidad de equipos.

Sin embargo, sobre esta aparente problemática la OMS, que es uno de los mayores entes en la gestión de mantenimiento hospitalario, expone que es bastante común que las unidades de mantenimiento no cuenten con los recursos suficientes para brindar un servicio completo a las unidades usuarias. Esto debido a la característica del proceso de mantenimiento preventivo, el cual consume tanto materiales como recursos. De forma que, lo que se debe de realizar es la definición de una modalidad de mantenimiento, en donde la carga de trabajo se ajuste a la

disponibilidad de horas anuales para lograr que los cronogramas de trabajo de cada sub área, sean representativos para esta y se ajusten a las particularidades del departamento de mantenimiento.

#### 3.4.1.7. *Definición de la modalidad de mantenimiento a aplicar al recurso físico*

Para definir la modalidad de mantenimiento, se toma como punto de referencia el artículo 48 del SIGMI, el cual indica que para determinar la modalidad de las intervenciones de mantenimiento se debe de tomar en cuenta la carga de trabajo requerida para implementar el programa y la capacidad resolutive con la que cuenta la unidad. Cabe mencionar que, el concepto de modalidad de mantenimiento se entiende como la decisión de asumir con recursos propios la ejecución del mantenimiento o bien contratar el mismo. Por ello, para la ejecución de este tipo de acciones, es necesario tomar en cuenta los factores que influyen en esta decisión; los factores comúnmente utilizados son los siguientes: presupuesto disponible, tecnologías, recurso humano, materiales, urgencia, complejidad, magnitud y habilidades técnicas requeridas para ejecutar las actividades de mantenimiento.

Por consiguiente, dado a que este tipo de decisiones le compete al área de I&M exclusivamente, en este proyecto no se sugerirá la contratación de servicios de mantenimiento, la modalidad de mantenimiento a implementar en el área se basará inicialmente en el abordaje de los equipos según la categoría de mantenimiento A, B, C establecida por el SIGMI. Aunado a ello, se priorizarán los activos de mayor categoría (clase A) y distribuirá la carga de trabajo, de forma que esta crezca hasta que se ajuste a las horas disponibles de mantenimiento anuales por técnico. Por ello, si la distribución no permite abarcar los equipos B y C, será decisión del departamento de mantenimiento si incluye los mismos dentro de un programa de mantenimiento preventivo contratado. Tomando en cuentas estas consideraciones, se procede a realizar para cada sub área el cálculo de la carga de trabajo, es decir, los cronogramas de mantenimiento que corresponden a cada una de ellas.

#### 3.4.1.8. *Cálculo de la carga de trabajo del programa de mantenimiento*

Para realizar el cálculo de la carga de trabajo de cada una de las sub áreas, se parte del inventario del recurso físico total. Sin embargo, como se observó anteriormente, no es posible ejecutar la totalidad de este debido a la falta de capacidad resolutive del área. Por esta razón, se deben priorizar los equipos a incluir dentro del programa de mantenimiento, normalmente, para realizar el proceso de identificación de la cantidad de equipos que se deben incluir dentro del programa de mantenimiento, se utiliza la norma de clasificación del recurso físico en las unidades de la CCSS.

Sin embargo, existe una serie de condiciones que se presentan en las unidades usuarias, en donde se involucran equipos prescindibles o necesarios para lograr los resultados por los que trabaja el servicio, es decir, estos equipos propician que otros equipos críticos ubicados en las diferentes unidades usuarias logren funcionar adecuadamente. Por este motivo, el programa de mantenimiento, debe de contener todos aquellos equipos críticos, necesarios e

imprescindibles requeridos para brindar el servicio en cada unidad usuaria, también, aquellos de menor valor que se consideran como prescindibles pero que propician condiciones específicas para el correcto funcionamiento del conjunto de la unidad usuaria.

De esta manera, se concluye que, el criterio para seleccionar la cantidad de equipos a incluir dentro del cronograma de mantenimiento tiene dos factores. Primero, la clasificación de equipos según la norma de la CCSS, a partir de esta norma, se incluye todos los activos críticos tipo A imprescindibles para brindar los servicios en las unidades usuarias. Segundo, basado en la ubicación de las diferentes unidades usuarias y según las necesidades de esta.

Un ejemplo de ello corresponde a los equipos de aire acondicionado, según la norma de clasificación, estos equipos corresponden a activos tipo C, es decir, activos prescindibles para la unidad de mantenimiento, esto porque tienen un bajo costo y una relación costo beneficio menor, por lo que la modalidad de mantenimiento a implementar en este tipo de activos concierne a mantenimiento correctivo. Sin embargo, dependiendo de la ubicación en la que se encuentren estos tipos de activos se clasifican de diferente manera.

Seguidamente, en la Tabla 48 se muestran las diferentes clasificaciones según la ubicación para un mismo tipo de activo:

**Tabla 48.**  
*Clasificación de activos según ubicación*

Activo	Nombre del Recurso	Familia	Cód_Recinto	Recinto	Categoría
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE AC.	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	A
1012319	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	C-00-010	BODEGA DE SUMINISTROS	A
1012317	MINI SPLIT 60000 BTU	AIRE AC.	Q-00-053	SECCIÓN QUIMICA/ORINAS	A
1012318	MINI SPLIT 60000 BTU	AIRE AC.	Q-00-053	SECCIÓN QUIMICA/ORINAS	A
465969	MINI SPLIT 60000 BTU	AIRE AC.	Q-00-003	SALA 3 RAYOS X	A
618074	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	A-00-009	OFICINA CASA MAQUINAS	C
618082	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE AC.	A-00-010	OFICINA SUPERVICION	C
1028446	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE AC.	A-00-012	TALLER SUB AREA ELECTROMEDICINA	C
1012320	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	A-00-020	JEFATURA	C
1089399	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	F-00-027	INFORMATICA	C
1089400	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	F-00-027	INFORMATICA	C
1012316	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	F-00-029	INFORMATICA	C
1055828	MINI SPLIT 12000 BTU	AIRE AC.	J-00-015	AREA FINANCIERA CONTABILIDAD	C
773046	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE AC.	S-00-033	DERMATOLOGIA	C

Como se puede observar en la imagen anterior, la clasificación de los equipos de aires acondicionados depende directamente de la localización en la que se encuentren instalados, esto a pesar de que en la norma de clasificación del recurso físico todos estos activos corresponden al tipo C y se denominan activos prescindibles. Sin embargo, para el área de

neonatos es imprescindible mantener controles en la temperatura, por esta razón, el equipo de aire acondicionado en esa ubicación en específico se considera crítico y de tipo A, de forma tal que se debe incluir dentro del programa de mantenimiento preventivo.

Del mismo modo, se observa que para las jefaturas del servicio, el uso del sistema de climatización no tiene vínculo con los pacientes, sino que la función de estos equipos en tales áreas consiste en mejorar las condiciones de trabajo de los colaboradores, por este motivo, estos equipos se consideran tipo C prescindibles, por lo cual se trabajarán de forma correctiva en el momento en que estos presenten fallas.

Por esta razón, clasificar el inventario técnico a incluir dentro del programa de mantenimiento del cual es responsable la unidad de I&M, es necesario tanto la norma de clasificación del recurso físico en las unidades de la CCSS, así como el apoyo de los supervisores de las sub áreas, dado a que éstos poseen el criterio experto para clasificar los equipos, debido a que estos conocen todas y cada una de las unidades usuarias que componen al hospital y las necesidades que poseen. De esta manera, se realiza la clasificación de los equipos tanto en las sub áreas de equipo médico, industrial y obra civil.

Luego, una vez obtenido el inventario técnico del recurso físico a incluir dentro del programa de mantenimiento, es necesario determinar si la carga de trabajo asociada a estos equipos es menor o igual a las horas disponibles anuales por cada una de las unidades usuarias, para esto se debe de garantizar que esta carga de trabajo materializada en el cronograma de mantenimiento sea representativa para cada una de ellas.

En efecto, como se observa en la Tabla 46, las sub áreas de mantenimiento cuentan con una serie de personal ya establecido para ejecutar las actividades, de forma que, la capacidad resolutive debe de dividirse en equipos de mantenimiento preventivo y equipos de mantenimiento correctivo. Para dicho fin, la Jefatura de I&M brinda la lista de los equipos que trabajarán en cada una de las modalidades, de esta forma, se obtienen las horas disponibles anuales tanto para ejecutar mantenimientos preventivos como para ejecutar mantenimientos correctivos. En la Tabla 49 se muestra la división en grupos de trabajo del área de mantenimiento.

**Tabla 49.***Distribución de las horas disponibles anuales para mantenimiento*

Especialidad	Jornada diaria	Feriatos/año	Días descanso	Días laborables al año	H disponibles al año	Tiempo de alimentación	HTD	% FT suplementos	HDA	Colaboradores dedicados al MP	Colaboradores dedicados al MC	HDA MP
Técnico Equipo médico	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	2	0	3 105,6
Técnico Electromecánica	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	3	2	4 658,4
Técnico Obra civil	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	3	2	4 658,4
Supervisor (Equipo médico)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1		1 552,8
Supervisor (Electromecánica)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1		1 552,8
Supervisor (Obra civil)	8,8	9	104	252	2 217,6	252	1 965,6	0,21	1 552,8	1		1 552,8
Total horas disponibles al año												

Una vez determinadas las horas disponibles anuales (HDA), se procede a definir el inventario técnico del recurso físico a incluir dentro de la programación de mantenimiento preventivo para cada una de las sub áreas (ver Tabla 50).

**Tabla 50.***Distribución de horas del personal de equipo médico*

Clasificación	Complejidad	Suma de Cantidad	Suma de Horas	%	% ACUM
A	A	45	985	6%	6%
A	B	51	783	6%	12%
A	C	4	44	1%	13%
B	A	1	10	0%	13%
B	B	80	610	10%	23%
B	C	52	230	7%	29%
C	A	14	296	2%	31%
C	B	13	80	2%	33%
C	C	14	90	2%	35%
<b>Total general</b>		<b>274</b>	<b>3 128</b>	<b>35%</b>	

Nota: Resumen de la programación de mantenimiento preventivo para obra civil. Con 2 técnicos.

Al respecto, para la sub área de equipo médico se determina que, para brindar un programa de mantenimiento a la totalidad de activos, se requiere una capacidad resolutive mucho mayor a la que se tiene actualmente, por esta razón, se procede a realizar un ajuste en el programa de mantenimiento con el fin de que la carga de trabajo sea ejecutable por el personal técnico de la sub área. Para realizar dicho ajuste, se utiliza tanto la norma de clasificación del inventario técnico del recurso físico, como el criterio y el conocimiento del supervisor de la sub área. Con el ajuste realizado, se obtiene que la carga de trabajo corresponde a un 35% de la totalidad del inventario técnico del recurso físico, al considerar que este porcentaje representa los activos más importantes y críticos para la sub área de equipo médico.

De igual manera, para realizar la programación de mantenimiento de equipo industrial, se utilizan los mismos criterios, con el fin de lograr que esta se ajuste a las necesidades de actividades preventivas que requieren los equipos de esta sub área (ver Tabla 51).

**Tabla 51.***Distribución de horas del personal de equipo industrial*

<b>Clasificación</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Suma de Cantidad</b>	<b>Suma de Horas</b>	<b>%</b>	<b>% ACUM</b>
A	A	96	2 596	4%	4%
A	B	32	482	1%	6%
A	C	18	144	1%	7%
B	B	10	64	0%	7%
B	C	6	24	0%	7%
C	A	7	40	0%	8%
C	B	83	475	4%	11%
C	C	78	1 168	4%	15%
<b>Total general</b>		<b>330</b>	<b>4 993</b>	<b>15%</b>	

Nota: Resumen de la programación de mantenimiento preventivo para equipo industrial. Con 3 técnicos.

Posteriormente, una vez elaborada la clasificación de todo el inventario técnico del recurso físico para la sub área de equipo industrial, se obtiene como resultado la cantidad de equipos a incluir dentro del programa de mantenimiento preventivo y se realiza el análisis de la carga de trabajo que implica este nuevo programa. En la imagen anterior, se observa que esta carga corresponde a 4 623 horas anuales de mantenimiento dedicadas a este programa, también, se puede verificar que, en general, la totalidad de equipos requiere de 16 251 horas de mantenimiento dedicadas completamente al inventario técnico del recurso físico para las unidades usuarias de equipo industrial.

Sin embargo, como se aludió anteriormente, para poder realizar esta acción se requieren más técnicos de los que actualmente posee el área, por esta razón, se tuvo que reajustar el programa a la cantidad de técnicos disponibles. Tal acción, logró abarcar el 15% de la totalidad de activos, sin embargo, esta es la cantidad de activos que requieren la mayor atención en cuanto a actividades preventivas se refiere.

Finalmente, se realiza el análisis de la programación de mantenimiento preventivo para la sub área de obra civil, en este caso, se presenta la particularidad de que este departamento no cuenta con activos tal y como se presenta en las áreas de equipo médico y equipo industrial. Esta sub área posee recurso físico, el cual se divide en edificios y recintos (como se puede ver en el apéndice 9). De forma tal que, para realizar la clasificación, se emplea la misma metodología utilizada para los activos de las sub áreas analizadas anteriormente, sin embargo, para este caso se analizan los edificios que componen las unidades usuarias y dentro de estos los recintos en los que se dividen, asignándole un nivel de criticidad según la relación que tenga con el paciente. De esta manera, se conformó el programa de mantenimiento preventivo para obra civil y el total de horas empleadas (ver Tabla 52).

**Tabla 52.***Distribución de horas del personal de obra civil*

<b>Clasificación</b>	<b>Complejidad</b>	<b>Suma de Cantidad</b>	<b>Suma de Horas</b>	<b>%</b>	<b>% ACUM</b>
A	A	4	452	0%	0%
A	B	3	4	0%	0%
B	B	1 401	4 164	3%	3%
<b>Total general</b>		<b>1 408</b>	<b>4 620</b>	<b>3%</b>	

Nota: Resumen de la programación de mantenimiento preventivo para obra civil. Con 3 técnicos.

En relación a la sub área de obra civil, se observa que, la carga de trabajo es mucho mayor que la cantidad de técnicos disponibles que tiene la sub área para ejecutar las actividades preventivas. Por esta razón, se procede a segmentar y priorizar los recintos más críticos que poseen las unidades usuarias con el fin de aplicar en estos el programa de mantenimiento preventivo.

Finalmente, al analizar la capacidad, se concluye que el ajuste en los programas de mantenimiento preventivo posibilita que se establezca una carga de trabajo acorde a las capacidades resolutorias de los técnicos. De forma tal que, al desarrollar el cronograma de mantenimiento preventivo la cantidad de órdenes que se asignen genere una carga de trabajo ejecutable por el personal de mantenimiento.

En este punto, se tienen todos los insumos necesarios para realizar el proceso de programación de las actividades de mantenimiento, por lo que esta etapa es la última que se realiza en las actividades de planificación del proceso de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, con la información recolectada se procede a desarrollar dicha programación.

#### 3.4.1.9. *Programación de las actividades de mantenimiento*

A partir del inventario técnico del recurso físico y el análisis, tanto de la carga de trabajo como la cantidad de personal requerido para la ejecución del programa de mantenimiento, se procede a realizar la programación de las actividades. En este punto, se solicita a la jefatura de mantenimiento las herramientas o metodologías utilizadas para realizar la programación de estas. La jefatura de mantenimiento, indica que para realizar la planificación es necesario utilizar herramientas alternas de acompañamiento al sistema SOCO, ya que este sistema permite ejecutar únicamente 1 de los 3 ejes principales del proceso de mantenimiento preventivo. Se sabe que este proceso requiere de actividades previas de coordinación, planificación, ejecución y control.

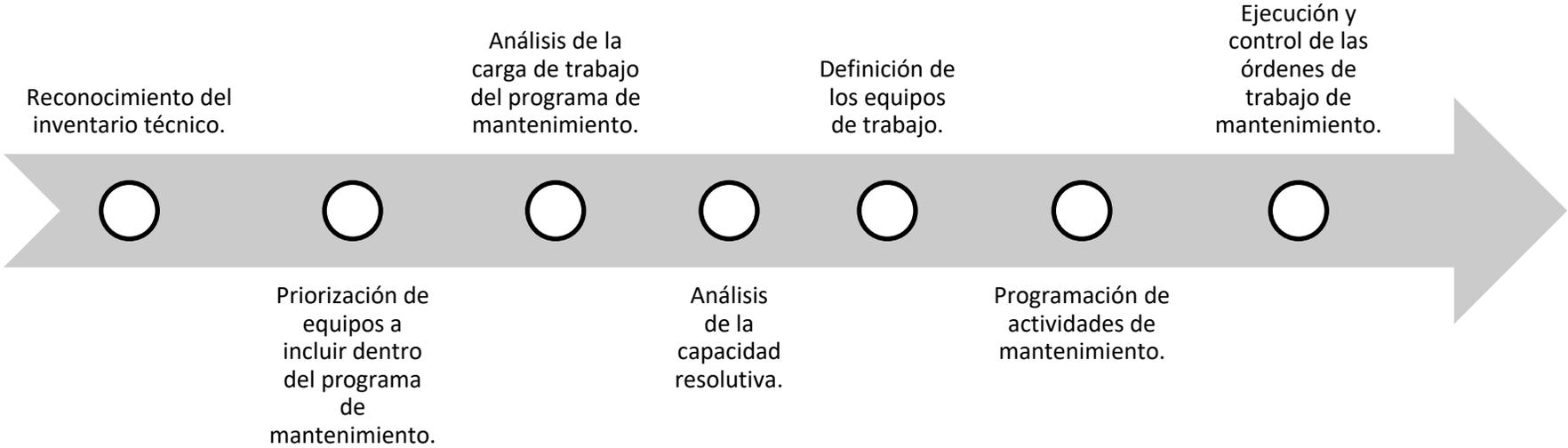
Sin embargo, el sistema SOCO carece de módulos de planificación y control (en el anexo 7 se presenta la interfaz del sistema SOCO y los módulos que este posee), por esta razón se procede a diseñar una herramienta que permita al área de I&M planificar, mediante un sistema alternativo, ejecutar mediante el sistema SOCO que es el medio oficial para realizar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento y controlar nuevamente mediante el sistema alternativo. Por lo tanto, con este sistema, se pretende rastrear toda orden de trabajo y en todo momento mantener el

control tanto del cronograma de mantenimiento, como de las órdenes de trabajo, de esta manera, se fortalece la estructura del proceso de mantenimiento preventivo.

Para realizar la programación de actividades dentro de la herramienta, es necesario garantizar que los puntos desarrollados anteriormente se apliquen y se contengan dentro de la misma. De forma tal, que la planificación de las actividades de mantenimiento para cada una de las áreas contenga los requisitos y las restricciones propias de las mismas, tales como: cantidad de técnicos, horas disponibles anuales y el inventario técnico del recurso físico. Además, el área de I&M indica que este proceso debe de automatizarse, puesto que anteriormente la programación de las actividades era realizada de forma manual por un técnico, en un proceso sumamente largo que requería de varias semanas de trabajo por parte del supervisor.

Tomando en cuenta los requisitos mencionados, se procede a realizar la programación de las actividades en la herramienta que se denomina SPCM. Asimismo, para la construcción de la herramienta se toman en cuenta los siguientes pasos de la Figura 35.

**Figura 35.**  
*Pasos para desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo en I&M*



Una vez recopilada la información necesaria para realizar los cronogramas de mantenimiento, se procede a realizar la construcción de la herramienta, para ello, se toma en cuenta la cantidad de equipos a incluir dentro del programa de mantenimiento preventivo y la cantidad de equipos a trabajar de forma correctiva. Dicha programación, incorpora la carga de trabajo y la cantidad de horas disponibles anualmente, por lo que, teóricamente es factible de ejecutar. Se asume de esta manera, ya que los tiempos de ejecución fueron tomados de las rutinas de mantenimiento que han sido asignados por la DEI para crear el catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo, que considera los suplementos por el tipo de actividad y las necesidades de los individuos (ver detalle de estas en el anexo 4).

Aunado a ello, para realizar la programación de los mantenimientos, se toma como base el tiempo real disponible, a partir de este se asigna un 70% para la programación de mantenimientos preventivos y el restante 30% del tiempo se asigna para los mantenimientos tanto correctivos como de mejora. En cuanto a las actividades preventivas, la programación se realiza a partir de la capacidad resolutive, se considera el tiempo disponible diariamente por cada técnico y la cantidad de los mismos para cada sub área, de forma que, al agregar un equipo al cronograma automáticamente disminuye el tiempo disponible, así el supervisor de mantenimiento podrá programar tantas actividades como lo permita el tiempo disponible, sin afectar el lapso que se dedica al mantenimiento no planificado.

Como resultado, al tomar en cuenta estas consideraciones se realiza la programación de la herramienta, en la Figura 36 se presenta la interfaz de funcionamiento.

**Figura 36.**  
*Interfaz de la herramienta SPCM*



Asimismo, la herramienta SPCM posee 6 módulos de funcionamiento, cada uno de ellos se diseñó con el objetivo de facilitar al área de I&M la programación y el control de las actividades de mantenimiento preventivo. En el primer módulo, se encuentra la base de datos del sistema que contiene la información de los activos que previamente se seleccionaron para la inclusión dentro del programa de mantenimiento, esta contiene toda la información referente

a los equipos, debido a que es de vital importancia para la generación de los cronogramas de mantenimiento.

A continuación, en la Figura 37 se presenta el detalle de la base de datos que contiene el sistema.

**Figura 37.**  
*Base de datos del sistema SPCM*

NUM ACTIVO	EQUIPO	FAMILIA	COD UBICACION ESPACIAL	UBICACION	TECNICO ASIGNADO	FECHA ASIGNADA	NUM SEMANA	ESTADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	Fabio Matamoros	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO

Tomando en cuenta la información que brinda dicha base de datos, el sistema puede ejecutar las diferentes funciones, por lo que determinar el inventario técnico del recurso físico es uno de los pasos críticos y necesarios para realizar una correcta programación de las actividades de mantenimiento. Posteriormente, a la definición del módulo de base de datos se crea el módulo de técnicos de mantenimiento, en este se incluye todo el personal técnico que existe actualmente en el área, sin embargo, tanto el inventario técnico del recurso físico como el personal técnico, son factores que se pueden alterar en el futuro por esta razón la herramienta debe de ser lo suficientemente dinámica para acoplarse a los cambios que se presenten.

Según la jefatura de mantenimiento, el inventario técnico del recurso físico crece aproximadamente un 3% año a año, esto implica que nuevos activos se incluyan en contratos de mantenimiento y, a la vez, se trasladen activos que finalizan contrato al programa de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, esto modifica la carga de trabajo del área, en consecuencia, la herramienta de mantenimiento debe de ser flexible ante estos cambios.

A continuación, en la Figura 38 se presenta el módulo de administración de técnicos de mantenimiento.

**Figura 38.**  
*Módulo de personal técnico de mantenimiento*

Tecnico ID	Descripcion	Nombre	Estado	Correo	Fecha de Contratacion	Correo Supervisor
A01	Técnico 1	Raul Alvarez A.	ACTIVO	<a href="mailto:ralvarez@ccss.sa.cr">ralvarez@ccss.sa.cr</a>	01/01/2018	<a href="mailto:wacambronero@ccss.sa.cr">wacambronero@ccss.sa.cr</a>
A02	Técnico 2	Fabio Matamoros	ACTIVO	<a href="mailto:fematomoro@ccss.sa.cr">fematomoro@ccss.sa.cr</a>	02/01/2018	<a href="mailto:wacambronero@ccss.sa.cr">wacambronero@ccss.sa.cr</a>
A03	Técnico 3	Deivis Vasquez	ACTIVO	<a href="mailto:dgvasquez@ccss.sa.cr">dgvasquez@ccss.sa.cr</a>	03/01/2018	<a href="mailto:wacambronero@ccss.sa.cr">wacambronero@ccss.sa.cr</a>
A04	Técnico 4		INACTIVO			
A05	Técnico 5		INACTIVO			
A06	Técnico 6		INACTIVO			

Por otra parte, en el módulo de administración del personal técnico, el supervisor podrá asignar los técnicos que tenga disponibles para la sub área, en el caso de que estos crezcan o decrezcan. Ambas acciones modifican la capacidad resolutive de la sub área, por ello, es de vital importancia que dentro del sistema se agregue esta información que en lo interno automáticamente agrega o limita la capacidad resolutive en función de la cantidad de técnicos de mantenimiento que la sub área posea.

Es por eso que, con la definición del inventario técnico del recurso físico y la cantidad de personal la herramienta SPCM posee la información necesaria para crear el cronograma de mantenimiento preventivo, el cual se presenta en la Figura 39.

**Figura 39.**  
*Módulo de elaboración del cronograma de mantenimiento*

Número de Activo	Equipo	Familia	Cod Ubicación Espacial	Ubicación	Responsable	Periodicidad	Días	Categoría	Tiempo de Intervención	Intervención 1
613000	UNIDAD ESTERILIZADOR DE VAPOR MODELI AUTO CLAVE DE VAPOR (CÁMARA HORIZONTAL)			CENTRO EQUIPOS	Danny Chavarría C.	4	84	A	2	1/11/2021
882528	AUTOCLAVE HORINZONTAL DE VAPOR.	AUTO CLAVE DE VAPOR (CÁMARA HORIZONTAL)		CENTRO ACOPIO	Alexander Salas C.	4	84	A	2	1/11/2021
924970	AUTOCLAVE VERTICAL	AUTO CLAVE PARA FÓRMULAS LÁCTEAS		BANCO DE LECHE	Alexander Salas C.	4	84	A	2	1/11/2021
536109	CAMARA DE FLUJO LAMINAR MR TELSTAR SI	CAMARA DE FLUJO LAMINAR		BACTERIOLOGIA	Alexander Salas C.	4	84	A	2	1/11/2021
648760	CAMAR FLUJO LAMINAR, TELSTAR AH-100	CAMARA DE FLUJO LAMINAR		AREA ESTERIL	Alexander Salas C.	4	84	B	2	1/11/2021
882560	CAMARA DE FLUJO LAMINAR.	CAMARA DE FLUJO LAMINAR		BANCO DE LECHE	Alexander Salas C.	4	84	B	2	1/11/2021
498794	CAPNOMETRO MR NOVAMETRIX CAPNOGAF	CAPNOMETRO MR		BODEGA DE EQUIPO ES	Alexander Salas C.	4	84	A	2	1/11/2021
500189	CAPNOMETRO MR CAPNOGARD M/D NOVAN	CAPNOMETRO MR		BODEGA DE EQUIPO ES	Alexander Salas C.	4	84	A	2	2/11/2021
500190	CAPNOMETRO MR NOVAMETRUS, MD CAPN	CAPNOMETRO MR		BODEGA DE EQUIPO ES	Alexander Salas C.	4	84	A	2	2/11/2021
275244	AUTOCLAVE DE PROPOSITOS GENERALES MOD 71	AUTOCLAVE DE MESA		BANCO SANGRE	Danny Chavarría C.	3	112	C	2	2/11/2021
581174	AUTOCLAVE PROPOSITOS GENERALES MOD 71	AUTOCLAVE DE MESA		CENTRO EQUIPOS	Danny Chavarría C.	3	112	B	2	2/11/2021
648657	LAPAROSCOPIO ACCESORIOS FUENTE DE LUZ	LAPAROSCOPIO QUIRURGICO		BODEGA DE EQUIPO ES	Danny Chavarría C.	3	112	B	2	2/11/2021
661060	EQ.LAPAROSCOPIO COMPLETO, KARL STORZ	LAPAROSCOPIO QUIRURGICO		EQUIPO ESPECIAL SALA	Danny Chavarría C.	3	112	C	2	2/11/2021

Con la información contenida en los módulos anteriores, la herramienta toma los datos de la frecuencia de los equipos y, a partir de esta, crea la programación anual con solo presionar el botón de actualizar cronograma de mantenimiento, con ello, el área de I&M no tendrá que disponer del tiempo del supervisor para que este realice la programación de las actividades, por lo tanto, este podrá dedicar el tiempo al control de la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Por consiguiente, con las mejoras a incluir dentro de la programación de mantenimiento, se pretende optimizar los procesos para planificar en cada sub área, al eliminar actividades repetitivas que consumen en gran medida el tiempo disponible del supervisor, el cual tiene a cargo más funciones dentro del departamento, tales como supervisar contratos y actividades de mantenimiento que se ejecutan con el recurso propio del área.

Con estas modificaciones, se finaliza el eje de planificación de la herramienta y se procede a realizar el análisis del eje de ejecución. Sin embargo, esta etapa permanecerá invariable, debido a que por normativa toda orden de trabajo debe de llevarse a cabo directamente en el sistema SOCO, esto motiva a continuar con el siguiente eje de trabajo.

A partir de este punto, inicia una nueva etapa en el proceso de mantenimiento preventivo la cual se denomina etapa de control, esta tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de la programación realizada, para ello, es necesario que el programa tenga visibilidad para que fácilmente el supervisor de la sub área verifique las órdenes ejecutadas, las no ejecutadas (atrasadas) y con esta información re programe las actividades que no se elaboren por factores tales como: falta de repuestos, no disponibilidad de equipos por parte de la unidad usuaria o por falta de capacidad resolutive.

Tomando en cuenta dichos factores, se procede a desarrollar el módulo de control en la herramienta SPCM, para que los supervisores de mantenimiento logren identificar fácilmente los inconvenientes que se presenten con el cronograma de trabajo.

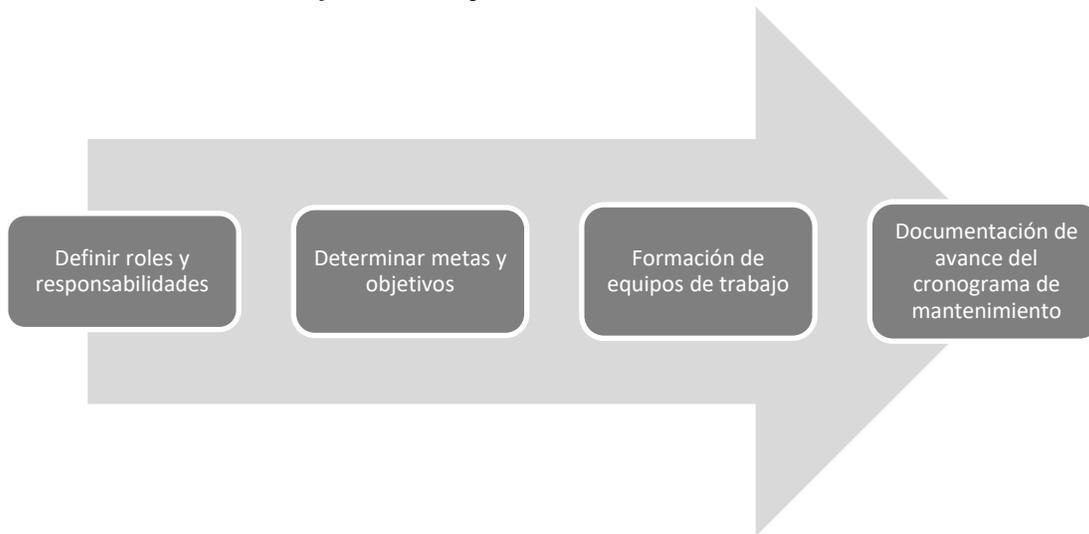
### 3.5. Documentación del avance del cronograma de mantenimiento

Objetivo 2: Crear la metodología de control post ejecución de actividades de mantenimiento, en donde se identifique el nivel de cumplimiento entre lo planificado y lo ejecutado, mediante indicadores de mantenimiento que permitan medir el desempeño y el avance en la gestión del mantenimiento de la unidad de I&M.

Para la ejecución de un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo, se deben de seguir una serie de procesos que permiten cuantificar y definir las metas a conseguir con la implementación del programa de mantenimiento. Al respecto, en la Figura 40, se muestra la secuencia de actividades del plan de mantenimiento que se deben de ejecutar según lo dispuesto por el SIGMI, en la guía de identificación de indicadores del sistema de mantenimiento institucional, para lograr medir y controlar el cumplimiento del cronograma de mantenimiento preventivo en las sub áreas de I&M.

#### Figura 40.

*Actividades de control de ejecución del plan de mantenimiento*



#### 3.5.1. Definir roles y responsabilidades:

En la definición de roles y responsabilidades, se deben de identificar los actores que se involucran en los procesos y asignar, específicamente, las responsabilidades de cada uno de ellos.

En el diagnóstico realizado anteriormente, se identifica una serie de actores que se involucran en los procesos de mantenimiento, sin embargo, los roles asignados y las responsabilidades se realizan únicamente al departamento de mantenimiento y el personal. De esta forma, los actores involucrados que se toman en cuenta son el supervisor y los técnicos de mantenimiento.

A continuación, se presenta el detalle de la asignación para cada uno de estos:

#### 3.5.1.1. *Roles y responsabilidades del supervisor de mantenimiento.*

- a. Programar las actividades preventivas. Para lo cual, debe coordinar el momento preciso para efectuar los trabajos.
- b. Definir los equipos de trabajo que se desempeñaran, ejecutando mantenimientos preventivos, correctivos y de mejoras.
- c. Asegurarse de que los trabajos son ejecutados con calidad.
- d. Analizar la información contenida dentro del sistema SOCO.
- e. Mejorar el programa de mantenimiento completarlo y optimizarlo en forma permanente.
- f. Brindar la documentación necesaria para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

#### 3.5.1.2. *Roles y responsabilidades del técnico de mantenimiento*

- a. Registrar la información de mantenimiento para facilitar al supervisor el análisis de la programación de actividades.
- b. Ejecutar las órdenes de mantenimiento preventivo siguiendo las actividades que se encuentran en las rutinas de equipos.
- c. Documentar la ejecución de las rutinas de mantenimiento e informar al supervisor cualquier observación que se haya presentado.
- d. Disponibilidad de trabajar de forma individual como en equipos.
- a. Determinar metas y objetivos

Una vez definidos los roles y responsabilidades dentro del área de I&M, se proceden a establecer las metas y objetivos a alcanzar, para que el departamento de mantenimiento logre garantizar la disponibilidad y confiabilidad tanto del equipo médico, industrial e infraestructura física necesarios para la prestación de los servicios de salud. Para esto, es necesario estructurar las metas y los objetivos direccionados a cumplir con el propósito establecido, de forma que, se identifique qué se pretende lograr, cómo se planea alcanzarlo y cómo se podrá medir y controlarlo.

Es importante mencionar que, el principal objetivo por conseguir con el programa de mantenimiento es monitorear y minimizar los tiempos de paros, debido a fallas en los equipos, para garantizar mayor continuidad del servicio mediante la aplicación de un cronograma de mantenimiento preventivo que, además, permita aumentar la vida útil de cada uno de estos. Por lo tanto, este aspecto es fundamental, pues el valor económico del equipo médico e industrial es sumamente elevado, por esta razón, los programas de mantenimiento son herramientas que trabajan en conjunto con las operaciones, dado que garantizan la continuidad de estas. En efecto, se logra reducir los costos de mantenimiento del departamento de mantenimiento, en la compra de repuesto y realización de reparaciones complejas como de las unidades usuarias, a través de la continuidad del servicio. Este último, es un efecto indirecto que se obtiene al implementar el plan, el cual contiene la siguiente meta.

#### 3.5.2. Las metas por alcanzar

Para cada sub área, lograr que el tiempo dedicado a los procesos de mantenimiento preventivo sea acorde al índice de mantenimiento preventivo establecido por la CCSS, el cual se mide de la siguiente manera:

**Ecuación 10:** Índice de mantenimiento preventivo

$$\begin{aligned} & \text{Índice de mantenimiento preventivo por subárea} \\ &= \frac{\text{Cantidad de horas de trabajo preventivo}}{\text{Total de horas de trabajo dedicadas a mantenimiento}} * 100 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el criterio de medición para las variables involucradas para este caso, corresponde al periodo de estudio. Asimismo, la definición de las variables es la siguiente:

VARIABLES DE CÁLCULO:

- a. Cantidad de horas de trabajo preventivo: cantidad de horas de trabajo no planificadas que se ejecutan dentro del periodo de tiempo a medir, esta variable es cuantitativa y se mide de forma semanal.
- b. Total de horas de trabajo dedicadas a mantenimiento: cantidad total de horas ejecutadas en actividades de mantenimiento dentro del periodo en estudio, esta variable es cuantitativa y se mide en forma semanal.

Una vez obtenido el resultado, el indicador establece la siguiente escala de evaluación para medir y controlar los efectos en las diferentes sub áreas, para esto se establece la calificación de la Tabla 53.

**Tabla 53.**  
*Calificación de índice de mantenimiento preventivo*

Calificación	Requisitos
Muy bueno	Tiempo dedicado a mantenimiento preventivo > 75% del tiempo total disponible
Bueno	Tiempo dedicado a mantenimiento preventivo < 75% y > 50% del tiempo total disponible
Regular	Tiempo dedicado a mantenimiento preventivo < 50% y > 45% del tiempo total disponible
Malo	Tiempo dedicado a mantenimiento preventivo < 45% del tiempo total disponible

Es por ello que, con la implementación de este indicador, se esclarece que la meta es lograr que el departamento de mantenimiento como mínimo dedique más del 50% del tiempo disponible a realizar órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento preventivo, de esta manera, los objetivos deben de ir direccionados al cumplimiento de dicha meta. Para ello, se requiere una fuerte inversión de tiempo en procesos de planificación, pues lo requiere; además, se necesitan los insumos de entrada determinados en el objetivo anterior, que permiten establecer el cronograma de mantenimiento y el equipo de trabajo necesario para cumplir con esta programación.

### 3.5.1. Formación de equipos de trabajo

Con el fin de mejorar la eficacia de cada una de las sub áreas, para ejecutar la programación de mantenimiento se establecen las siguientes medidas, estas pretenden mejorar el desempeño del departamento de mantenimiento. El primer paso, consiste en organizar las funciones del personal del área de mantenimiento para establecer una estructura eficaz (en cuanto a los resultados) y eficiente (en el manejo de recursos humanos, económicos, equipos y repuestos). Para esto, la sub área de equipo

médico cuenta con dos técnicos y un supervisor, a la vez, electromecánica posee cinco técnicos y un supervisor; se continúa la misma distribución para la sub área de obra civil.

En cuanto a la formación de grupos de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo, una vez definido el personal, se procede a realizar la constitución en dos grupos de trabajo diferentes: personal para el mantenimiento preventivo y personal para el mantenimiento correctivo.

Aunado a ello, el objetivo consiste en asegurar que los trabajos de mantenimiento preventivo se ejecuten por personal especializado, que relacione claramente las acciones preventivas con las fallas que se tratan de evitar o minimizar y que los trabajos de mantenimiento correctivo se ejecuten por personal experto en diagnosticar y resolver las fallas en el mínimo tiempo posible.

A la vez, los equipos de trabajo fueron formados por los supervisores, quienes cumplen las funciones de planificar y programar las tareas de mantenimiento. También, los técnicos, quienes se encargan de ejecutar los procesos.

Asimismo, la estrategia para las sub áreas de obra civil y electromecánica consiste en:

- a. Primero, el supervisor debe de planificar y asignar los trabajos de mantenimiento preventivo, además, debe de brindar las rutinas de actividades a ejecutar y verificar que estas se hayan llevado a cabo en la totalidad o, en el caso, verificar por qué no se completaron.
- b. Luego, cinco técnicos se dedicarán tres días a la semana a realizar trabajos preventivos y dos días a trabajos de tipo correctivos.

Por lo que se refiere a la sub área de equipo médico, la distribución es la siguiente:

- a. En primera instancia, el supervisor debe de planificar y asignar los trabajos de mantenimiento preventivo, además, brindar las rutinas de actividades a ejecutar y verificar que estas se hayan realizado en la totalidad o, en el caso, verificar por qué no se completaron.
- b. Posteriormente, dos técnicos se encargarán de efectuar la programación de tiempo completo en el mantenimiento preventivo, para ello, realizarán correctivos en el momento que se presenten.

De esta manera, se constituye la formación de los equipos de trabajo con la cual se abordará la programación de actividades. Finalmente, se debe de especificar la forma en que se documentará el avance en la ejecución del cronograma de mantenimiento, puesto que, dicho aspecto es fundamental porque posibilita cuantificar lo programado vs lo ejecutado, esto les permitirá realizar ajustes al plan, ya sea ampliando la cantidad de equipos o bien reduciéndola.

### 3.5.2.Documentación de avance del cronograma de mantenimiento

Una vez definido el cronograma de mantenimiento, es necesario especificar la metodología que permitirá evaluar el impacto que generará el programa en el área, para esto, el GIT ha determinado una serie de indicadores aplicables al control de ejecución del plan de mantenimiento.

### 3.5.2.1. *Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo*

El índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo, corresponde a la medición entre lo planificado y lo ejecutado, este vínculo permite identificar la funcionalidad del cronograma para cada una de las sub áreas.

**Ecuación 11:** Índice de cumplimiento mantenimiento preventivo.

$$\frac{\text{Total de tareas preventivas ejecutadas}}{\text{Total de tareas planificadas}} * 100\%$$

Variables de cálculo:

- a. Total de tareas preventivas ejecutadas: Corresponde al total de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo que se ejecutan a partir del cronograma de trabajo.
- b. Total de tareas planificadas: Se refiere a la totalidad de órdenes del cronograma.

Es importante destacar que, el total de tareas ejecutadas, concierne únicamente a las tareas preventivas, esto porque si se considera dentro del total las tareas correctivas y de mejoras del recurso físico, el indicador tenderá a mostrar valores erróneos. De igual manera que con la implementación del cronograma de mantenimiento preventivo, deben de llevarse a cabo los procesos de mejoras y de mantenimiento correctivo al mismo tiempo, debido a que, el arribo de órdenes de trabajo así lo demanda.

Sin embargo, se pretende que la tasa de llegada de este tipo de órdenes disminuya con el paso del tiempo, por efecto del programa de mantenimiento preventivo.

Finalmente, para la medición del indicador, cada supervisor lo realizará de forma independiente y según el criterio propio, no obstante, para este trabajo las evaluaciones se realizarán semanalmente con el fin de medir la eficiencia de la programación e identificar los momentos en donde no se cumplieron las tareas planificadas. De tal forma, se documentará el porqué de estos comportamientos mediante la definición de las causas y los efectos, esto con el fin de implementar mejoras a la programación de actividades.

### 3.5.2.2. *Porcentaje de mantenimiento ejecutado con retraso*

En cuanto a este aspecto, debido a que la programación de actividades se puede ver afectada por factores ajenos al control de mantenimiento, como por ejemplo el traslado de un equipo de un sitio a otro o el uso de un equipo al momento de ejecutar el procedimiento de mantenimiento preventivo; estos factores provocan que sea necesario medir los retrasos que se presentan a la hora de ejecutar la programación de mantenimiento. Por lo tanto, se parte de que lo ideal sería que el equipo se encuentre disponible a la llegada del técnico para que este ejecute la rutina de mantenimiento preventivo, sin embargo, durante la marcha se pueden presentar más de un inconveniente de forma que es importante documentar cuál es el porcentaje de mantenimiento que se ejecuta dentro del tiempo establecido y cuántas órdenes de trabajo presentan retrasos en la ejecución.

Para realizar esta medición, el GIT propone los siguientes indicadores:

**Ecuación 12:** Porcentaje de órdenes de trabajo no ejecutadas.

$$\frac{\text{Cantidad de órdenes no ejecutadas}}{\text{Cantidad de órdenes planificadas para la fecha}} * 100\%$$

VARIABLES DE CÁLCULO:

- a. Cantidad de órdenes no ejecutadas: Corresponde a aquellas órdenes de trabajo que no se ejecutan dentro del tiempo establecido ni fuera de este.
- b. Cantidad de órdenes planificadas para la fecha: Total de órdenes de trabajo agendadas para el cumplimiento en un día específico.

**Ecuación 13:** Porcentaje de órdenes de trabajo que se ejecutan con retraso.

$$\frac{\text{Cantidad de órdenes ejecutadas con retraso}}{\text{Cantidad de órdenes planificadas para la fecha}} * 100\%$$

VARIABLES DE CÁLCULO:

- a. Cantidad de órdenes en retraso: Son aquellas órdenes de trabajo que se hacen fuera del tiempo establecido.
- b. Cantidad de órdenes planificadas para la fecha: Total de órdenes de trabajo agendadas para la elaboración en un día específico.

Una vez definidos los indicadores de control, mediante los cuales se identificarán las posibles problemáticas que se presenten sobre la marcha del cronograma de mantenimiento, se propone la herramienta de control mediante un sistema Kanban, en donde se contendrá la información necesaria para realizar estas mediciones.

### 3.5.3. Metodología de control mediante un sistema Kanban

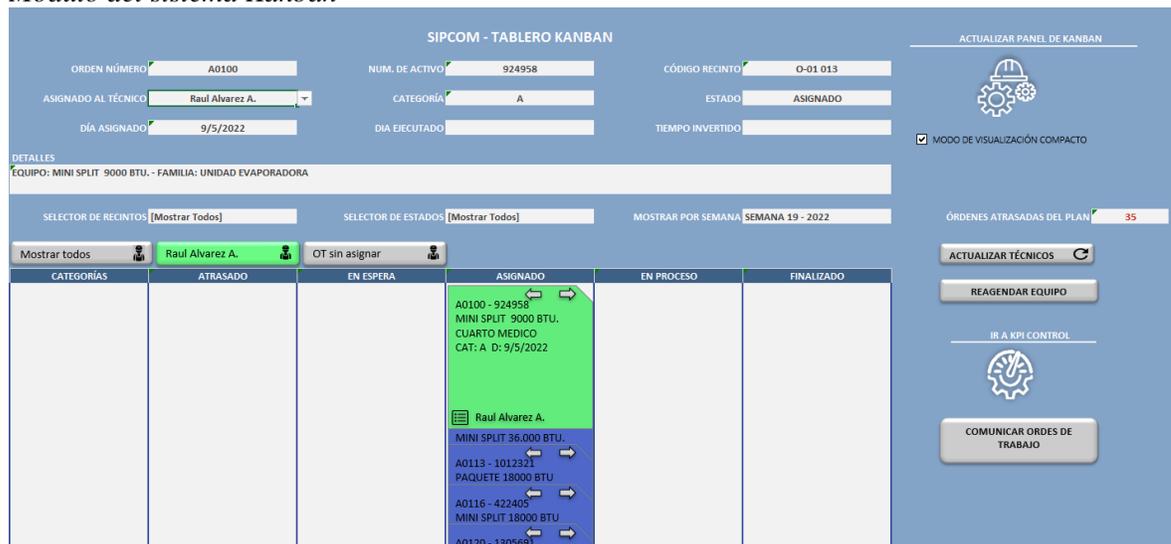
Una vez definido el cronograma de mantenimiento a implementar y la forma en que se realizará el control de ejecución, se plantea utilizar la herramienta Kanban para controlar de forma visual el cumplimiento del cronograma. En relación con ello, según Castellano (2019, p. 22), Kanban es un método visual para controlar la producción, este se encuentra formado por un sistema de señales a lo largo de una cadena de producciones que controla el proceso de reabastecimiento y empieza con el conocimiento de lo que el cliente demanda hasta que se obtiene el producto final. Además, el sistema Kanban se encarga de controlar que las piezas o componentes que se encuentran en la cadena de producción se realicen en cantidades suficientes para reemplazar las que se hayan utilizado, de esta forma se consigue una producción sin existencias.

Es por ello que, al aplicar este sistema al área de I&M, se puede observar que la metodología se ajusta a la organización, esto porque la cadena productiva que controla el reabastecimiento corresponde a la programación de actividades de mantenimiento preventivo, que se reabastecen según las

periodicidades de los equipos incluidos dentro del cronograma. Se entiende que, lo que el cliente demanda corresponde a la ejecución de las actividades de mantenimiento en los periodos establecidos, según lo ha determinado la guía de periodicidades de actividades de mantenimiento. De igual forma, la metodología Kanban permite controlar la capacidad resolutive y la cantidad de órdenes de trabajo que se le pueden asignar a un técnico. De esta forma, se garantiza que el total de órdenes sean ejecutadas por los técnicos y se elimina la posibilidad de que se realice sobre carga de órdenes de trabajo.

A continuación, en Figura 41 se presenta el módulo de funcionamiento del sistema Kanban.

**Figura 41.**  
*Módulo del sistema Kanban*



Para establecer el módulo de control, se implementa el sistema Kanban en donde se asocian órdenes de trabajo y técnicos de mantenimiento mediante una serie de colores, en este caso particular el color no representa un estado (como sucede en los procesos de producción), donde las tarjetas Kanban de colores indican estados del sistema, tales como alerta y normalidad, usualmente representados por colores rojo y verde.

En este caso, la tarjeta Kanban representa el vínculo de unión entre la orden de trabajo y el técnico de mantenimiento, el objetivo de este nexo es facilitar la identificación de las órdenes de trabajo que cada técnico tiene asignada mediante la relación de color.

Asimismo, este sistema utiliza la gama de colores para realizar asociaciones, por ejemplo, el color verde se asocia a un técnico y todas las órdenes de este color se asociarán directamente a este. Además, dentro de la herramienta se puede observar información referente a la orden de trabajo, como lo es el número de orden, el número de activo (el cual es imprescindible para identificar el equipo), también el código del recinto (que permite ubicar el equipo dentro del espacio físico del hospital), la categoría (esta representa el nivel de criticidad del equipo) y las necesidades de mantenimiento requeridas. Como se ha mencionado a lo largo de este documento, la categoría A corresponde a equipo con la mayor prioridad en cuanto a la programación de actividades de mantenimiento preventivo.

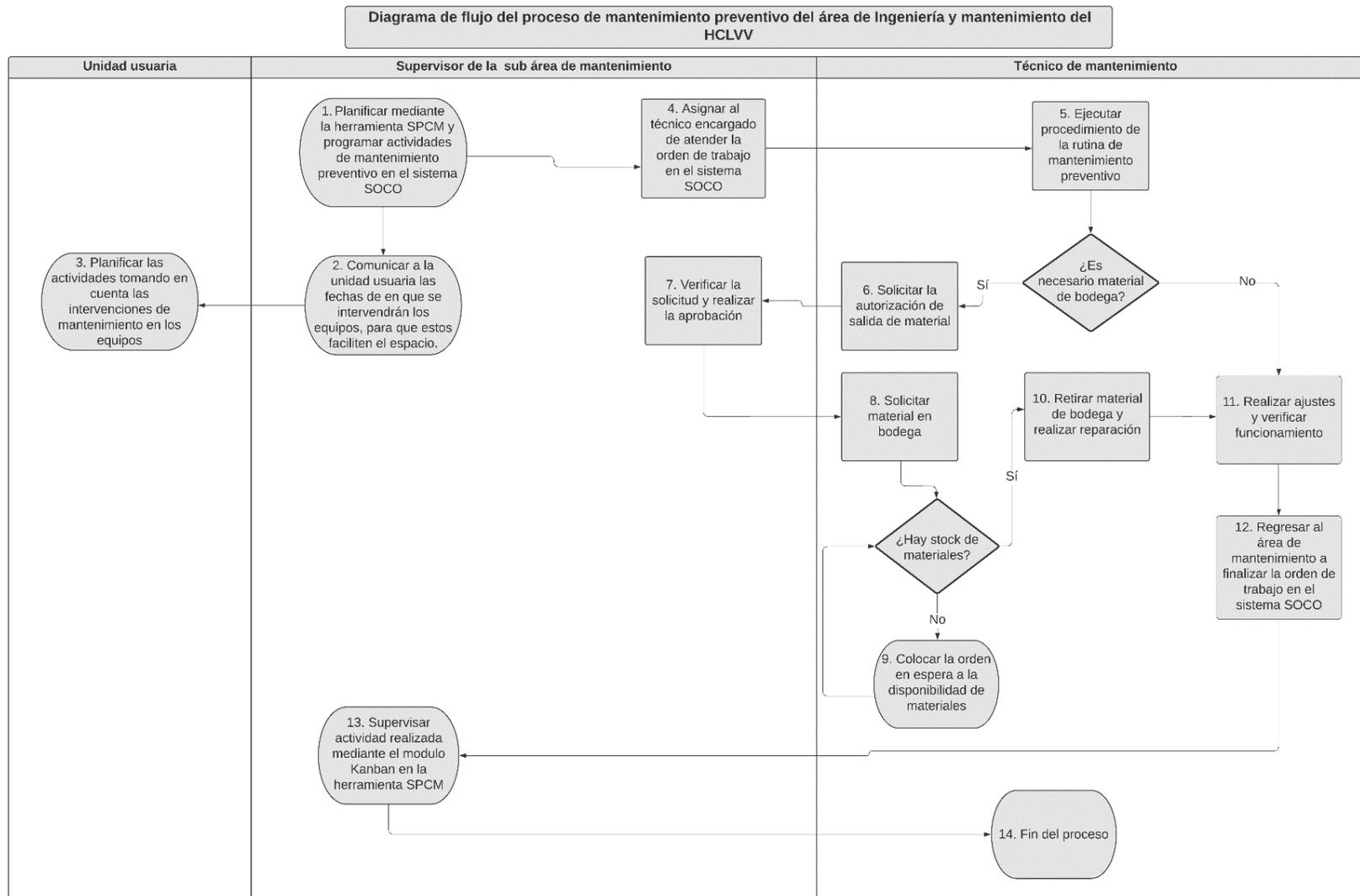
Finalmente, permite observar el estado de la orden de trabajo, el día en que fue asignada vs el día en que se ejecutó. Esta información, le facilita al sistema mostrar el control de resultados de la programación realizada. Ahora bien, las tarjetas Kanban del sistema poseen seis categorías o estados, los cuales se desglosarán a continuación:

- a. Categoría: Indica la clasificación del inventario técnico del recurso físico, es decir, los activos que poseen órdenes de trabajo pendientes. Para este caso, en el sistema se encuentran órdenes de trabajo para equipos A, B y C.
- b. Órdenes de trabajo atrasadas: Corresponde a todas aquellas órdenes de trabajo que al terminar la semana no se reportan como finalizadas, en este caso, al cambiar de semana el sistema automáticamente carga las órdenes de trabajo de la semana siguiente y en la categoría de atrasado se cargan las órdenes de trabajo que no se finalizaron en la semana anterior. Este efecto, esto provoca que la carga de trabajo de esa semana aumente y que el supervisor tenga que redistribuir las órdenes para lograr cumplir con la programación.
- c. Por lo tanto, mediante este segmento, se logra darle visibilidad a la programación de mantenimiento, sin que el supervisor tenga que destinar tiempo a realizar descargas y análisis de información que le permitan determinar las órdenes de trabajo finalizadas y atrasadas. Además, se adjunta un contador que indica la cantidad de órdenes atrasadas del plan, estas funciones se implementan con el objetivo de que el seguimiento sea sencillo, a tal grado, que con solo observar indicadores el supervisor pueda sacar conclusiones sobre el estado de cumplimiento de la sub área con respecto a la programación de mantenimiento.
- d. Órdenes de trabajo en espera: Estas provienen del cronograma de mantenimiento que se construye en la etapa de planificación. Cabe destacar, que esta es la categoría inicial de toda orden de trabajo, en este punto, la orden se encuentra a la espera de que se asigne un técnico de mantenimiento, que será el responsable de completarla.
- e. Órdenes de trabajo asignadas: Una vez que las órdenes de trabajo en espera son asignadas a un técnico estas se trasladan a este estado.
- f. Órdenes de trabajo en proceso: Son aquellas órdenes de trabajo que se encuentran en ejecución.
- g. Órdenes de trabajo finalizadas: Todas aquellas órdenes que fueron debidamente asignadas, ejecutadas y supervisadas adecuadamente.

De esta manera, se pretende establecer el control del cronograma de mantenimiento integrando la planificación, la ejecución y el control de las órdenes de trabajo. Por consiguiente, se logran beneficios que se traducen en reducciones del tiempo de planificación y control, ya que estos se encuentran automatizados para que entreguen resultados de forma exacta en el momento en que el supervisor así lo requiera.

Finalmente, con la creación de la herramienta, se proponen modificaciones o nuevas actividades a implementar en el proceso de mantenimiento preventivo, de forma tal que se deben de modificar en el diagrama de flujo actual del proceso. El detalle de las modificaciones y el nuevo diagrama de flujo se presentan en la Figura 42.

**Figura 42.**  
*Modificaciones en las actividades del proceso de mantenimiento preventivo*



Por lo tanto, en el Apéndice 2, en la Figura A 2. 1, se muestra el diagrama de flujo actual del proceso de mantenimiento preventivo donde se evidencia que las actividades de mantenimiento se realizan mediante el sistema SOCO. Con las modificaciones propuestas, se genera el nuevo diagrama de flujo del proceso de mantenimiento que posee intervenciones compartidas entre la herramienta SPCM y el sistema SOCO, este último, se optimiza mediante el uso de la herramienta y se complementa al lograr que el área de I&M posea las herramientas necesarias, para ejecutar el programa de mantenimiento de forma efectiva; de tal forma, disminuyen los tiempos de planificación y de supervisión (control) en el proceso. Además, se adapta la carga de trabajo a la capacidad resolutoria del área, lo que garantiza que el cronograma de trabajo sea representativo para el área, es decir, que se ajusta a las particularidades de esta.

Con estas modificaciones, se pretende optimizar el programa de mantenimiento, así que, para comprobar los resultados obtenidos mediante el uso de la herramienta, se diseñó el módulo estadístico para unificar los resultados de cada sub área, se toman en cuenta los indicadores propuestos por el GIT para el control del programa de mantenimiento.

Asimismo, para el departamento de mantenimiento, es de suma importancia el cumplimiento del cronograma, esto se debe a que cada orden de trabajo lleva un proceso de coordinación entre los diferentes actores, por este motivo, cada orden de trabajo se realiza en un día específico de la semana y durante el transcurso de este. En efecto, esta circunstancia provoca que el control sobre la programación sea estricto, con el fin de garantizar que las órdenes de trabajo se ejecuten exactamente el día en que fueron planificadas. Al tomar en cuenta estas consideraciones, se realiza el módulo estadístico, el cual se presenta en la Figura 43.

**Figura 43.**  
*Módulo estadístico de la herramienta SPCM*



Para demostrar el funcionamiento se toma una muestra del cronograma de mantenimiento y se simula el comportamiento, igualmente, se asignaron órdenes de trabajo ejecutadas con retraso, es decir,

órdenes de trabajo planificadas pero no realizadas y los días promedio de atraso en la ejecución de estas.

Con esta información, se identifica que el módulo es capaz de totalizar la cantidad de órdenes que no se llevan a cabo en el momento en que se realiza la verificación, de igual manera, llevar un control semanal de las órdenes de trabajo que se consuman a tiempo por las sub áreas. Para complementar, también se proporciona un gráfico de pastel en donde observa el porcentaje y el total de las órdenes de trabajo que se efectúan con retraso y justo a tiempo acompañado de los días promedio de atraso por semana.

Con esta herramienta, se dota al área de I&M de los recursos necesarios para el estudio del control del cronograma de mantenimiento preventivo que se propone, además, se asocian una serie de beneficios, ya que la totalidad esta información se genera de forma automática sin la necesidad de que el supervisor dedique el tiempo para realizar estos análisis. Por lo tanto, partiendo de las limitaciones de capacidad resolutoria que tiene el área tanto en el proceso de planificación como en el de control, se programa de forma tal que los tiempos de uso de la herramienta sean mínimos en cuanto a desarrollo y análisis, por consiguiente, la mayor parte del tiempo se dedica a ejecutar, supervisar y controlar el cronograma de mantenimiento.

Para finalizar, una de las hipótesis indica que, si una orden de trabajo preventiva se asigna y no se ejecuta, la probabilidad de que el equipo presente una falla es muy alta a medida que acumula tiempo sin recibir mantenimiento preventivo. Sin embargo, si un equipo recibe mantenimiento preventivo, la posibilidad de que este falle debería de disminuir conforme se acumulan horas de mantenibilidad, de forma tal que, si un equipo dentro del programa de mantenimiento presenta fallas durante los periodos de mantenibilidad, este debe de ser ajustado en la periodicidad, para descartar que la falla se deba a que el equipo recibe los mantenimientos según las necesidades de este. Con respecto a lo anterior, a pesar de que el fabricante determine una periodicidad base al iniciar el ciclo de vida de los equipos, al acumular horas de uso en situaciones de estrés y fatiga se provoca que la periodicidad del mantenimiento deba ajustarse. Asimismo, para realizar dicho ajuste se utilizará el algoritmo de Fennigkoh-Smith, el cual es ampliamente conocido en el ámbito hospitalario, puesto que establece una serie de factores ponderados que permiten tomar una decisión a partir de un resultado.

### **3.6. Herramienta de evaluación de la frecuencia de mantenimiento.**

**Objetivo 3:** Integrar dentro de la herramienta de control del programa de mantenimiento el algoritmo de Fennigkoh-Smith, con el fin ajustar las periodicidades de los equipos para disminuir las fallas que se presenten entre los periodos de confiabilidad de los equipos.

Para realizar ajustes en las periodicidades de los equipos, se ha establecido una serie de criterios de inclusión para evaluar las unidades en uso dentro del hospital, para dicho fin la (World Health Organization, 2012)p. 12), define el número GE (número de gestión de equipos), como un indicador que mide la necesidad de mantenimiento que requiere un equipo. De forma que, la periodicidad a precisar se da el resultado de una sucesión de factores que miden tanto la función, la aplicación y los requisitos de mantenimiento. Estos, a la vez, definen al número GE y asignan la nueva periodicidad a utilizar en el equipo.

A continuación, se presenta el detalle de cálculo del número GE:

**Ecuación 14** = Gestión De Equipos

$$GE = \text{función} + \text{riesgo} + \text{mantenimiento requerido}$$

VARIABLES DE CÁLCULO:

- Función del equipo: comprende diversas áreas en las que se usan los equipos terapéuticos, diagnósticos, analíticos y de otro tipo (Ver Tabla 54).
- Riesgo asociado a la aplicación clínica: refleja las posibles consecuencias para el paciente, usuarios y/o el equipo durante el uso (Ver Tabla 55).
- Requerimientos de mantenimiento: describe el grado y frecuencia del mantenimiento necesario con base a las indicaciones del fabricante o de la experiencia (Ver Tabla 56).

**Tabla 54.**

*Matriz de puntos para la función del equipo*

Categoría	Función del equipo	Puntos
Terapéutico	Soporte de vida	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Terapia física y tratamiento	8
Diagnóstico	Monitoreo quirúrgico y de cuidados intensivos	7
	Otros equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y el diagnóstico	6
	Laboratorio analítico	5
Analítico	Accesorios de laboratorio	4
	Sistema de cómputo y equipos asociados	3
Varios	Equipos relacionados con los pacientes y otros equipos	2

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

**Tabla 55.**

*Riesgo físico asociado con la aplicación clínica*

Descripción del riesgo de uso	Puntos
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el usuario	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Daños en el equipo	2
No se detectan riesgos significativos	1

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

**Tabla 56.**

*Requisitos del mantenimiento*

Requerimientos de mantenimiento	Puntos
Extensivo: calibración de rutina y reemplazo de partes	5
Superiores al promedio	4
Promedio: verificación del desempeño y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

*Nota. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, (World Health Organization, 2012).*

Basado en estos argumentos técnicos, se diseña el módulo contenido en la herramienta SPCM, la cual toma en cuenta para cada equipo la función, el riesgo físico, los requisitos de mantenimiento y los promedios de fallas. Esta herramienta, a diferencia de los módulos anteriores no es automática, esto se debe a que este módulo es un complemento que funciona en conjunto con el análisis de supervisor del área. En efecto, como se observa en la programación de mantenimiento preventivo, todos los equipos incluidos dentro del cronograma de mantenimiento preventivo son equipos de vital importancia para que las unidades usuarias operen con normalidad, por lo que, al aplicarse el programa de mantenimiento estos equipos no deberían de presentar fallas, sin embargo, si posterior a la aplicación de los mantenimientos preventivos en los equipos estos presentan fallas dentro de los periodos de confiabilidad, esta será la condición que se tomará como indicador de la necesidad de realizar el ajuste en la periodicidad del equipo.

Aunado a ello, las causas asociadas a este comportamiento se deben a factores tales como el uso continuo de los equipos en situaciones normales de funcionamiento o bien de estrés y fatiga. Conforme el ciclo de vida de los equipos disminuye, las intervenciones de mantenimiento preventivo aumentan, por lo tanto, las periodicidades deben de disminuir.

Este es el principio utilizado para el diseño del módulo de gestión de equipos para el área de I&M.

A continuación, en la Figura 44, se presenta el funcionamiento del módulo diseñado en la herramienta SPCM.

**Figura 44.**

*Frecuencia de mantenimiento preventivo basado en el riesgo*

Índice de Gestión del Equipo ×

**Frecuencia de mantenimiento preventivo basada en el riesgo**

Este módulo contempla los criterios de inclusión de equipos para evaluar las unidades en uso en el hospital. Abajo deberá clasificar el equipo por función, riesgo de aplicación clínica y requisitos de mantenimiento. La suma del factor de selección de cada subgrupo permite determinar el número de gestión del equipo basado en el riesgo de la aplicación clínica.

<p><b>Función del Equipo</b> <span style="float: right;">10</span></p> <p>Equipo terapéutico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Apoyo vital</li> <li><input type="radio"/> Cirugía y cuidados intensivos</li> <li><input type="radio"/> Fisioterapia y tratamiento</li> </ul> <p>Equipo de diagnóstico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Control de cirugía y cuidados intensivos</li> <li><input type="radio"/> Control fisiológico adicional y diagnóstico</li> </ul>	<p>Equipo analítico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Análisis del laboratorio</li> <li><input type="radio"/> Accesorios del laboratorio</li> <li><input type="radio"/> Computadoras y afines</li> </ul> <p>Otros Equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Relacionados con el paciente y otros</li> </ul>	<p><b>Requisitos de mantenimiento</b> <span style="float: right;">2</span></p> <p>Se basa en las indicaciones del fabricante o en la experiencia acumulada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicamente</li> <li><input type="radio"/> Superiores al promedio</li> <li><input type="radio"/> Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad</li> <li><input checked="" type="radio"/> Inferiores al promedio</li> <li><input type="radio"/> Mínimos: inspección visual</li> </ul>
<p><b>Riesgo físico</b> <span style="float: right;">2</span></p> <p>Considera los posibles riesgos para el paciente o el equipo durante el uso del dispositivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Riesgo de muerte del paciente</li> <li><input type="radio"/> Posible lesión del paciente o del operador</li> <li><input type="radio"/> Tratamiento inadecuado o error de diagnóstico</li> <li><input checked="" type="radio"/> Daño al equipo</li> <li><input type="radio"/> Sin riesgo significativo identificado</li> </ul>	<p><b>Promedio de fallas</b></p> <p>Incluye el historial de fallas del equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Significativo: más de una cada 6 meses</li> <li><input checked="" type="radio"/> Moderado: una cada 6 a 9 meses</li> <li><input type="radio"/> Usual: una cada 9 a 18 meses</li> <li><input type="radio"/> Mínimo: una cada 18 a 30 meses</li> <li><input type="radio"/> Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores</li> </ul>	

**Valor de número GE para el activo X = 14**  
La frecuencia recomendada es de **1 vez anual**

Como se puede observar en la figura anterior, el módulo de clasificación toma en cuenta los factores para realizar el cálculo del número GE (número de gestión de equipos), para esto, el supervisor de mantenimiento clasifica el equipo según el criterio propio, a partir de esta clasificación, el sistema brinda un resultado y a la vez la nueva frecuencia de mantenimiento recomendada para el equipo.

En el caso anterior, se realiza la clasificación para el activo X, al llevar a cabo el análisis para el activo X y se define que la función del equipo es del tipo apoyo vital, el riesgo asociado a la aplicación clínica corresponde a daño al equipo y los requisitos de mantenimiento son inferiores al promedio. Además, el promedio de fallas es moderado. Con toda esta información, se calculó que el número GE para el activo X es 14, sin embargo, esto es solamente un número, para convertir este número a información se verifican los siguientes parámetros:

#### 3.6.1. Frecuencia del mantenimiento

De igual manera, los valores correspondientes a los requisitos de mantenimiento también sirven para determinar el intervalo entre inspecciones y procedimientos de mantenimiento, según el tipo de dispositivo:

- a. Para todos los dispositivos con requisitos importantes de mantenimiento en la clasificación (valor característico de 4 o 5), se programarán tareas de mantenimiento preventivo cada seis meses.
- b. Para los dispositivos con requisitos usuales o mínimos de mantenimiento (valores de 3, 2 o 1) se programarán tareas de mantenimiento preventivo anuales.
- c. Para los dispositivos con un valor de GE de 15 o más se programarán inspecciones, por lo menos cada seis meses.
- d. Para los dispositivos con un valor de GE de 19 o 20 se programarán inspecciones cada cuatro meses.

Basado en la información anterior obtenida de (World Health Organization, 2012). Se concluye que la frecuencia recomendada de mantenimiento es anual. Igualmente, este es el procedimiento para realizar reclasificación de la periodicidad de los equipos que se encuentran dentro del programa de mantenimiento preventivo y con esto reducir las fallas en los equipos.

Con esta aplicación, se da por finalizado el diseño a implementar en el área de I&M del HCLVV, a continuación, se presentan las conclusiones de este capítulo.

### **3.7. Conclusiones del diseño**

A partir del diseño de plan de mantenimiento para el área de I&M del HCLVV, se orienta la capacidad resolutoria de las subáreas del departamento, para atender los equipos críticos de las unidades usuarias que se necesitan y así brindar los servicios de salud a la población. De forma que, con base en los resultados obtenidos a través del diseño, se consigue llegar a las siguientes conclusiones.

Principalmente, el programa de mantenimiento está estrictamente ligado a las siguientes restricciones: capacidad resolutoria de cada subárea, el departamento de mantenimiento puede programar tantas órdenes de trabajo como lo permita la capacidad, en caso contrario, se da una sobresaturación en el sistema. Además, para determinar el programa de mantenimiento a implementar

en las subáreas, es necesario establecer completamente el inventario técnico del recurso físico y, posteriormente, clasificar las órdenes a incluir dentro del programa de mantenimiento preventivo. Cabe mencionar que, para realizar esta clasificación, es necesario que el encargado tenga conocimiento de las necesidades de las unidades usuarias, puesto que, no basta únicamente con utilizar la metodología establecida por la CCSS.

Del mismo modo, el proceso de planificación de cada subárea es extenso, pues involucra muchos factores, en consecuencia, no es factible de realizarlo periódicamente. En ese sentido, se evalúa el sistema SOCO del área de I&M y se concluye que este, a pesar de ser el medio oficial para procesar órdenes de trabajo, carece de módulos de planificación y control. Además, no permite la carga masiva de datos, por lo que, al realizar un cronograma de trabajo las órdenes de labores deben ingresarse de manera individual y no es posible establecer periodicidades.

Al determinarse estas restricciones, el grupo de trabajo deduce que es necesario crear módulos en donde se pueda llevar a cabo la planificación, la ejecución y el control. Sin embargo, la jefatura de mantenimiento indica que no es posible realizar estos módulos en el sistema SOCO, por lo que, el diseño se orienta totalmente a la segunda herramienta que posee el área, la cual es Microsoft Excel.

Por ende, en este ambiente, se diseña la herramienta SPCM y dadas las condiciones, se plantea optimizar los procesos de planificación, de forma tal que mediante un clic se desarrolle el cronograma de mantenimiento con la totalidad de órdenes de trabajo, también que a través de la misma herramienta se pueda llevar a cabo el control de ejecución. Cabe acotar que, este último proceso, anteriormente no se llevaba a cabo, pues la evidencia dictamina que el área de I&M no realiza la medición de indicadores, porque este proceso implica por parte del técnico un tiempo completo en el análisis de datos que se procesan en el sistema SOCO. Tal aspecto, se toma en cuenta por lo que se diseña el módulo de control en el sistema Kanban, esto convierte el cronograma de mantenimiento en un tablero con fichas Kanban que contienen colores ligados a los técnicos de las subáreas. Por consiguiente, este proporciona la información que toma el KPI de control, que es el sistema encargado de presentar el dashboard de acuerdo con el funcionamiento de las subáreas. Esta función se realiza de forma automática, por lo que, el supervisor no debe dedicar tiempo para analizar y conocer cuál es el estado de cumplimiento del programa de mantenimiento.

Finalmente, se considera que los equipos incluidos dentro del programa de mantenimiento preventivo son equipos críticos que, al recibir el mantenimiento pertinente, no deberían presentar fallas, sin embargo, por razones de uso continuo se propicia que los ciclos de vida de los equipos disminuyan rápidamente, por esta razón las periodicidades de mantenimiento deben disminuir para adaptarse a las necesidades de los equipos. Para esto, se propone el uso del algoritmo del Fennigkoh Smith, ya que, a través de este el supervisor de mantenimiento puede ajustar la periodicidad, de acuerdo con un criterio técnico abalado por uno de los entes líderes en temas de salud como lo es la OMS. Por último, con el diseño realizado, se logra disminuir los tiempos de planificaciones y control gracias a la automatización de actividades en la herramienta SPCM. Aunado a ello, se brinda al departamento de mantenimiento una metodología que permite visualizar de forma sencilla el cumplimiento del programa, de tal manera que la toma de decisiones se oriente en todo momento a mejorar los indicadores del departamento.

## Capítulo IV. Validación

### 4.1. Objetivo general

Validar la propuesta de rediseño desarrollada para el área de I&M, con el fin de evidenciar las mejoras realizadas en los procesos, esto mediante la validación de los resultados obtenidos al implementar la metodología de trabajo basada en la herramienta SPCM y el sistema SOCO.

### 4.2. Objetivos específicos

- a. Comprobar la eficiencia de la metodología de trabajo propuesta para evidenciar mejoras en el diseño de planes de mantenimiento preventivo en las 3 sub áreas del departamento de mantenimiento.
- b. Determinar el impacto de los indicadores de éxito del proyecto con el fin de medir la mejora de la problemática.
- c. Validar la percepción de los supervisores sobre la herramienta propuesta analizando cada uno de los módulos.

### 4.3. Metodología de abordaje para la validación

Con el propósito de desarrollar los objetivos descritos anteriormente, se establece la siguiente metodología de actividades, en donde se mencionan las herramientas a utilizar en el área de I&M, con el fin de lograr los resultados esperados. Esta metodología, considera los aspectos fundamentales para medir los resultados obtenidos a partir de la implementación de la herramienta SPCM en el área de I&M.

**Tabla 57.**

*Metodología del diagnóstico*

Actividad	Herramienta	Resultados Esperados
Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto	Primer indicador de éxito del proyecto (Índice de mantenimiento preventivo)	Cronogramas de mantenimiento y asignar órdenes de trabajo
Demostración de las mejoras obtenidas del diseño en el departamento de mantenimiento	Segundo indicador de éxito del proyecto (Nivel de cumplimiento de la gestión de mantenimiento)	
Demostración de la validez y los beneficios obtenidos al implementar las propuestas	Determinación de la percepción del personal sobre el diseño propuesto	Resultado de validación por los actores involucrados
Demostración del uso de buenas prácticas en la gestión del mantenimiento	Control de los resultados de mantenimiento mediante la herramienta SPCM	Nivel de implementación de la propuesta del programa de mantenimiento
Demostración de la factibilidad de las soluciones propuestas	Indicadores, encuestas Análisis económico	Monto de la validación financiera de beneficios obtenidos

#### 4.4. Desarrollo de los objetivos del diseño

##### 4.4.1. Validar la eficiencia de la herramienta SPCM en el área de I&M.

**Objetivo 1:** Comprobar la eficiencia de la metodología de trabajo propuesta para evidenciar mejoras en el diseño de planes de mantenimiento preventivo en las tres sub áreas del departamento de mantenimiento.

En la etapa de diagnóstico, se evidencia que una de las mayores problemáticas presentes en el departamento de mantenimiento corresponde a la ausencia de un programa de mantenimiento, esto según la evaluación del indicador de gestión (ver Tabla 32). Esta causa motivó que el diseño propuesto se orientara, en mayor medida, a la flexibilidad para crear planes de mantenimiento en las diferentes sub áreas, con el fin de que el tiempo se aproveche de mejor forma en otros trabajos que aportan valor a la sub área y que causan un impacto directo en la gestión del mantenimiento.

A partir de este punto, se procede a desarrollar los cronogramas de mantenimiento preventivo de las diferentes sub áreas, para esto, se debe de realizar una clasificación, que permita identificar cuál o cuáles familias deben de tener la prioridad a la hora de diseñar la programación de mantenimiento. Sin embargo, por sugerencia de la contraparte y debido a las necesidades que presenta el área, las familias de equipos serán escogidas a criterio de experto por parte de los supervisores de mantenimiento y el ingeniero encargado.

Por lo tanto, para las sub áreas de mantenimiento las familias priorizadas y que ingresarán de primero en la programación de mantenimiento serán las siguientes:

- a. Familias de equipos de la sub área de electromecánica:
  - a. Aires acondicionados.
  - b. Tableros eléctricos.
  - c. Frigoríficos (cámaras de refrigeración).
- b. Recintos de la sub área de obra civil:
  - a. Laboratorio clínico.
  - b. Banco de leche.
  - c. Urgencias.
- c. Familias de equipos de la sub área de equipo médico:
  - a. Monitores de signos vitales.
  - b. Camas eléctricas.
  - c. Centrífugas.

Por lo tanto, mediante el uso de la herramienta SPCM y con la información contenida en la base de datos de cada sub área, se procede a diseñar cada uno de los cronogramas de mantenimiento preventivo para las familias de equipos seleccionadas.

Seguidamente, con el fin de evidenciar las mejoras realizadas al proceso de planificación de las actividades de mantenimiento preventivo, se invitó a un supervisor a realizar el diseño de un cronograma de mantenimiento para una familia de equipos, que utilizara la herramienta SPCM

propuesta para el proyecto. Con el fin de obtener un contraste con la metodología que es utilizada actualmente.

A continuación, se presenta un resumen de la eficiencia de cada una de las metodologías:

En cuanto a este aspecto, (ver el anexo 8) se basa en la segmentación por unidades usuarias, en donde se identifican equipos mediante el uso de la codificación del universo de trabajo. Para ello, se separan las semanas del mes y se asignan las fechas en que se revisarán las unidades usuarias, este tipo de programación presenta una serie de ventajas y desventajas para el departamento de mantenimiento, las cuales se detallan a continuación:

Consecuentemente, mediante el uso de la codificación del universo de trabajo, se logran identificar fácilmente las unidades usuarias donde se ejecutarán las órdenes de trabajo, además, el equipo de trabajo se concentra totalmente en esta unidad usuaria durante el tiempo establecido. Por otra parte, este tipo de planificación le permite al supervisor prever las necesidades de consumibles y repuestos a utilizar, las cuales deben de ser plasmadas en los presupuestos establecidos para este fin.

Sin embargo, este tipo de planificación presenta una serie de desventajas para el departamento, entre ellas destacan: que la programación no toma en cuenta la carga de trabajo, dado a que se asigna la totalidad de equipos que se encuentran en la unidad usuaria, esto implica que se pueda establecer una carga de trabajo mucho mayor a la capacidad resolutive de los técnicos encargados o bien el caso contrario, no obstante, no existe un control de las actividades que se deben de realizar. Otro aspecto importante es que no se priorizan las unidades usuarias que requieren mayor enfoque, sino que se trata de abarcar todas las unidades usuarias.

En cuanto a la flexibilidad de la programación, es completamente manual y debe de realizarse individualmente para cada una de las unidades usuarias, además, no toma en cuenta la periodicidad de mantenimiento, por lo tanto, el supervisor debe de estar atento en todo momento a que los tiempos de mantenibilidad no finalicen antes de que se asigne una siguiente intervención. Por otra parte, existen factores externos al departamento de mantenimiento que provocan la necesidad de reprogramar órdenes de trabajo, todas estas actividades implican que el supervisor deba tener atención especial a la programación, lo cual limita otras funciones propias del cargo.

Luego de realizar la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo con la metodología actual, se procede a efectuar un cronograma de mantenimiento preventivo utilizando la metodología propuesta. Para esto se presenta la Figura 45, con la interfaz de la herramienta SPCM

**Figura 45.**

*Diseño propuesto para la generación de cronogramas de mantenimiento preventivo*

NUM ACTIVO	EQUIPO	FAMILIA	COD UBICACION ESPACIAL	UBICACION	TECNICO ASIGNADO	FECHA ASIGNADA	NUM SEMANA	ESTADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	Fabio Matamoros	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B-01-001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B-01-001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B-01-001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO

Como se detalla en el diseño de este proyecto, el módulo de planificación de cronogramas de mantenimiento preventivo requiere de una serie de informaciones mínimas para poder realizar el cronograma de mantenimiento. Esta información se encuentra en las bases de datos del área de I&M, por lo cual, el supervisor encargado únicamente necesita obtener la información de este sitio y pegarla en la herramienta para que esta procesara los resultados. Una vez finalizado el proceso de planificación, se obtienen los siguientes contrastes, con respecto a la metodología utilizada actualmente en el área de I&M.

Se deduce que, al igual que en la metodología actual del departamento de mantenimiento, la herramienta SPCM toma en cuenta la codificación del universo de trabajo, lo que permite identificar los equipos que se encuentran en las diferentes unidades usuarias. Además, el SPCM considera la carga de trabajo y, en función de esta, diseña los cronogramas de mantenimiento de forma automática, por lo que las intervenciones de mantenimiento se programan por periodicidad, lo que crea una secuencia en la programación. De esta manera, no se deberá volver a programar actividades de mantenimiento para los equipos ya incluidos en el cronograma, ya que, para cada herramienta el programa automáticamente genera las intervenciones para todo un año, según la periodicidad que haya sido establecida para cada equipo.

De esta forma, se optimiza el proceso de planificación en donde se reduce significativamente el tiempo que se dedica a estas actividades, debido a que, mediante la herramienta SPCM se promedia que en una hora se logra realizar la programación de las actividades de mantenimiento de aproximadamente un año de trabajo.

No obstante, en cuanto a las desventajas, la herramienta requiere de toda la información que se observa en la Figura 45 es decir, se requiere de las siguientes categorías de información: número de activo, nombre del equipo, familia del equipo, código del universo de trabajo, unidad usuaria, estado de la orden, periodicidad, tiempo de mantenibilidad, clasificación del equipo y frecuencia de mantenimiento. En efecto, esta información es necesaria para ejecutar la planificación de mantenimiento, sin embargo, es importante rescatar que esta información se encuentra ordenada dentro de las bases de datos del área, por lo que no representa un trabajo extra que se deba de realizar con el fin de cumplir con el requisito.

Por lo tanto, según la percepción de los supervisores en cuanto al módulo de planificación de cronogramas de mantenimiento, es de gran utilidad para el departamento, pues mejora significativamente los procesos de planificación, además, elimina el posible sesgo debido al error provocado por los supervisores al olvidar reprogramar un equipo, actividad que no está exenta del suceder, dado a que los supervisores realizan otras labores y planificar los cronogramas solo es una pequeña parte de las funciones. Cabe mencionar que, para obtener esta información, se realiza una encuesta a los supervisores encargados, la cual se adjunta en el apéndice 10.

Finalmente, con el análisis realizado y al crear los cronogramas de mantenimiento, se procede a efectuar la evaluación de los indicadores de éxito del proyecto, esto con el fin de evidenciar las mejoras logradas al llevarlo a cabo.

#### 4.4.2. Análisis de las mejoras mediante indicadores de éxito

Objetivo 2: Determinar el impacto de los indicadores de éxito del proyecto con el fin de medir la mejora de la problemática.

Es importante mencionar que, en la etapa de diagnóstico de este proyecto, se determinó que las sub áreas de mantenimiento que presentan menor participación en el proceso de mantenimiento preventivo corresponden a las sub áreas de electromecánica (equipo industrial) y obra civil. Por otra parte, al realizar la evaluación del avance del sistema de gestión de mantenimiento de la unidad se comprobó que los criterios con menor calificación eran: diseño del programa de mantenimiento y el uso de indicadores de gestión (ver detalle en la Tabla 32). Esto debido a la ausencia de herramientas para realizar una correcta programación de actividades, aunado al desconocimiento de la carga de trabajo que implica el cronograma de mantenimiento y la capacidad resolutive que posee el área. Por otra parte, en cuanto al indicador de gestión, se establece que la ausencia en la medición de indicadores relacionados a la programación de actividades contribuye a que este tuviese una baja calificación.

De esta manera, en la Tabla 20, se puede observar los criterios que se evaluaron para definir la prioridad al momento de realizar las intervenciones en las diferentes sub áreas. A partir de estos, se estipula que la sub área de equipo médico (por el buen manejo), sería la última en la que se aplicarían las mejoras en los procesos. Así, para iniciar a medir los indicadores de éxito de este proyecto, se realiza una reunión entre las partes interesadas, en este caso el ingeniero encargado del departamento, supervisores y los estudiantes. En esta, se definen los pasos para medir el éxito al implementar el proyecto, a través de la aplicación de un plan piloto.

Según los criterios de evaluación, las sub áreas de electromecánica y obra civil tienen igual prioridad conjuntamente para el análisis, no obstante, por la necesidad del departamento en cuanto al cumplimiento del programa de mantenimiento en el equipo industrial y debido a que de momento ambas sub áreas están a cargo de un mismo supervisor, se determina que la sub área de electromecánica es seleccionada para la aplicación del plan piloto. Adicional, se estipula que, los planes piloto para las sub áreas de obra civil y equipo médico deben desarrollarse de igual manera y estos se ejecutan en orden jerárquico, según el criterio de evaluación al finalizar el programa de quipo industrial.

A partir de los acuerdos alcanzados, se procedió a realizar en conjunto con los supervisores de cada sub área el cronograma de mantenimiento en la herramienta SPCM. Finalmente, se ejecuta el cronograma y se realiza la medición de los indicadores de éxito del proyecto, la cual se detalla a continuación.

##### 4.4.2.1. *Indicador de éxito: índice de mantenimiento preventivo.*

En la etapa de diagnóstico, se evidencia que la problemática relacionada a la falta de mantenimiento preventivo en el área de I&M se encuentra, en mayor medida, por la ausencia de factores críticos relacionados al método de trabajo, dentro de lo que se destaca la planificación basada en el criterio de experto y la ausencia de una estrategia de trabajo.

Con el fin de validar la mejora, tras implementar el diseño propuesto para el área de I&M, se procede a programar las actividades para las familias de equipos de la sub área de electromecánica (ver Tabla 58), posteriormente, se verifican los resultados obtenidos en la herramienta SPCM, con el objetivo de identificar la mejora del proceso.

**Tabla 58.**

*Familias plan piloto electromecánica*

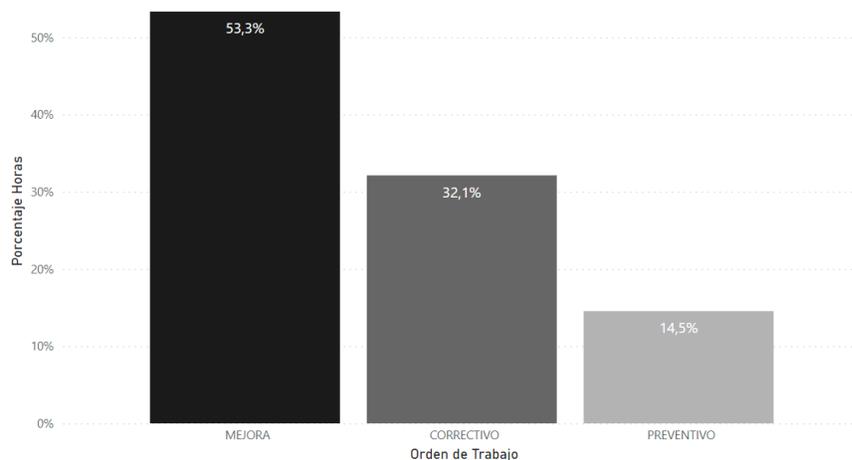
Sub Área	Familias de Equipos
Electromecánica	a. Aires acondicionados
	b. Tableros eléctricos
	c. Frigoríficos (cámaras de refrigeración)

En este punto, es importante tener presente cuál era el estado del departamento de I&M antes de la aplicación del nuevo programa de mantenimiento, esto permitirá establecer el impacto de la propuesta para el departamento. Así, antes de iniciar con la prueba piloto, el porcentaje de tiempo que se dedicaba a las actividades de mantenimiento era de 14.5% (ver Figura 46).

**Figura 46.**

*Resultado Índice Mantenimiento Ene-20 – Jun-20*

Recuento de horas de mantenimiento por taller



#### 4.4.2.2. *Pasos para desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo*

Tomando en cuenta los pasos para desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo (Figura 35), se procede a detallar las acciones para diseñar el cronograma de mantenimiento que se implementará en cada área. Como se ha comentado a lo largo de este proyecto, para realizar un programa de mantenimiento se requieren de actividades previas, tales como: reconocimiento de inventarios, clasificación de este, determinación de la carga de trabajo entre otras actividades.

Por esta razón, antes de iniciar a diseñar el cronograma se define el recurso humano que lo va a ejecutar. Así, con la contraparte se precisan tres técnicos disponibles para ejecutar el programa de mantenimiento de aires acondicionados para la familia de tableros eléctricos, debido a las necesidades de mantenimiento distintas a la familia anterior. Asimismo, por criterio del supervisor, se asigna un

técnico tiempo completo durante un día de la semana para que este ejecute el programa de mantenimiento de tableros eléctricos, debido a que la cantidad de equipos es menor y la carga de trabajo puede ser ejecutada por un solo técnico durante la jornada de un día. A la vez, para la familia de cámaras de refrigeración, se asignan 3 técnicos al igual que aire acondicionado (ver Tabla 59).

**Tabla 59.**

*Cantidad de técnicos por plan*

Familias de Equipos	Cantidad de Técnicos
a. Aires acondicionados	3
b. Tableros eléctricos	1
c. Frigoríficos (cámaras de refrigeración)	3

Con base a esta información, se procede a definir la cantidad de técnicos en la herramienta SPCM, con el uso del módulo de administración de técnicos en el que se asigna o activa la cantidad de técnicos requeridos para cada plan, como se muestra en la Figura 47.

**Figura 47.**

*Módulo de administración de técnicos*

Módulo de Técnicos							Días de Trabajo a la Semana	
Técnico ID	Descripción	Nombre	Estado	Correo	Fecha de Contratación	Correo Supervisor	Día	Estado
A01	Técnico 1	Raul Alvarez A.	ACTIVO	ralvarez@ccss.sa.cr	01/01/2018	wacambronero@ccss.sa.cr	lunes	ACTIVO
A02	Técnico 2	Fabio Matamoros	ACTIVO	fematamoro@ccss.sa.cr	02/01/2018	wacambronero@ccss.sa.cr	martes	ACTIVO
A03	Técnico 3	Deivis Vasquez	ACTIVO	dvasquez@ccss.sa.cr	03/01/2018	wacambronero@ccss.sa.cr	miércoles	ACTIVO
A04	Técnico 4		INACTIVO				jueves	ACTIVO
A05	Técnico 5		INACTIVO				viernes	ACTIVO
A06	Técnico 6		INACTIVO					
A07	Técnico 7		INACTIVO					
A08	Técnico 8		INACTIVO					
A09	Técnico 9		INACTIVO					
A10	Técnico 10		INACTIVO					
A11	Técnico 11		INACTIVO					
A12	Técnico 12		INACTIVO					
A13	Técnico 13		INACTIVO					
A14	Técnico 14		INACTIVO					
A15	Técnico 15		INACTIVO					

Una vez definida la cantidad de técnicos, la herramienta determina la capacidad resolutive disponible para ejecutar el programa de mantenimiento. Con esto, se procede a realizar el diseño del cronograma de mantenimiento preventivo, en el que se utiliza el módulo del cronograma. Por lo tanto, con la base de equipos definida, se debe completar toda la información de los activos, como se muestra en la Figura 48.

**Figura 48.**

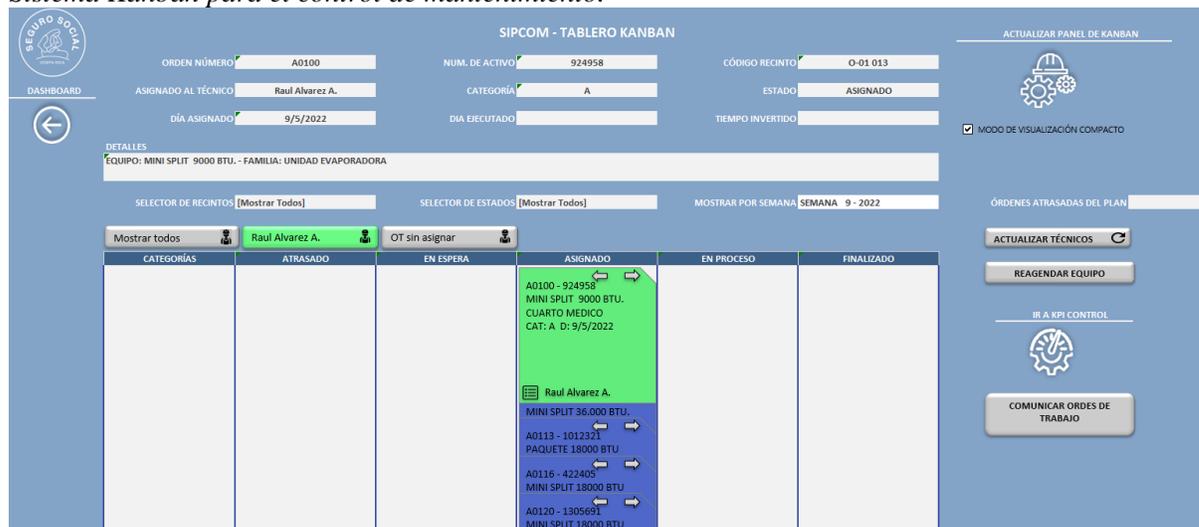
*Base de datos del cronograma de mantenimiento*

NUM ACTIVO	EQUIPO	FAMILIA	COD UBICACION ESPACIAL	UBICACION	TECNICO ASIGNADO	FECHA ASIGNADA	NUM SEMANA	ESTADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	Fabio Matamoros	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1028481	EQUIPO PURIFICANTE DE AIRE 60000 BTU	EQUIPO PARA PURIFICACION DE AIRE.	B-01-038	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331178	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1331179	CASSETTE 60000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-039	GASTROCOPIA	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
924957	MINI SPLIT 24000 BTU	AIRE ACONDICIONADO	B- 01 001	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	25/07/2022	2022-30	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	17/10/2022	2022-42	ASIGNADO
1305646	MINI SPLIT 24000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-002	CONSULTORIO CLINICA DEL DOLOR	OT sin asignar	09/01/2023	2023-02	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1012315	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD CONDENSADORA	B- 01 022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	02/05/2022	2022-32	ATRASADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	22/08/2022	2022-34	ASIGNADO
1331172	MINI SPLIT 12000 BTU	UNIDAD EVAPORADORA	B-01-022	ECOCARDIOGRAMA	OT sin asignar	12/12/2022	2022-50	ASIGNADO

*Nota:* esta es una pequeña muestra de la totalidad del cronograma.

Una vez diseñado el cronograma de mantenimiento, en el módulo de Kanban, se muestran las órdenes de trabajo que se deben de asignar semanalmente. Igualmente, en la Figura 49, se presenta una muestra de las órdenes de trabajo en el sistema Kanban.

**Figura 49.**  
*Sistema Kanban para el control de mantenimiento.*



Finalmente, con todos los insumos necesarios para llevar a cabo el plan piloto para los mantenimientos preventivos, el supervisor encargado de cada sub área será el responsable de llevar a cabo el cronograma asignado.

De esta manera, con los cronogramas de trabajo programados, se procede a entrenar a los supervisores de mantenimiento mientras se ejecutan los cronogramas de preventivos. Como se ha mencionado en apartados anteriores, estos tienen periodicidades mínimas de tres meses, por lo tanto, para poder observar una corrida completa para un mismo equipo, se necesita aproximadamente de 9 meses a 1 año. Por este motivo, y para tomar una muestra de los datos que se han generado, se realiza un corte después de la primera corrida (3 meses), para todos los planes. En efecto, en este corte, se obtienen los datos necesarios para realizar el análisis sobre el nivel de cumplimiento en la programación de mantenimiento. Para dicho fin, se consulta el informe de horas hombre, este documento es el entregable de los resultados oficiales obtenidos en el departamento.

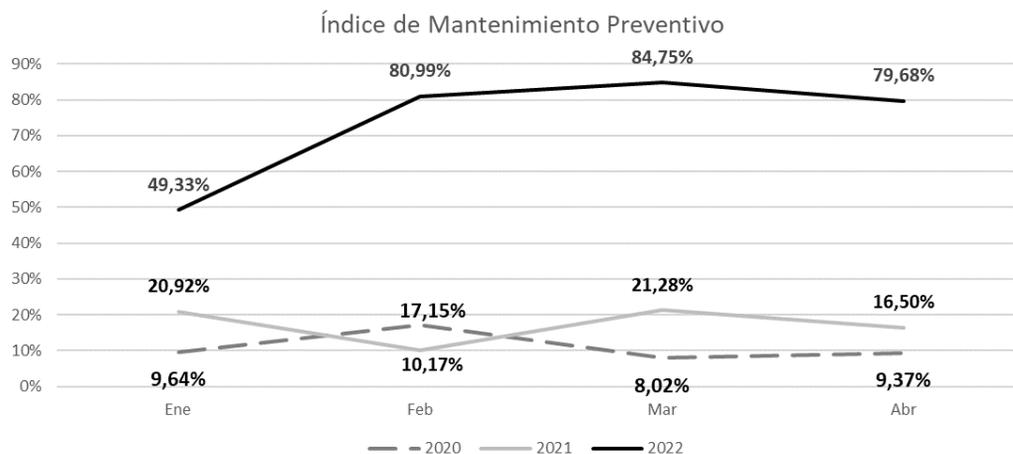
Luego, dicho documento se entrega de manera mensual y corresponde a una comparación entre el tiempo contratado y el tiempo utilizado por el departamento. Tal informe, puede ser observado en el anexo 9, donde se presenta la comparación de las horas contratadas del departamento vs las horas utilizadas en el mantenimiento preventivo. Para ello, se utiliza el consolidado de los meses de enero a junio del 2022, para analizar el comportamiento del departamento en cuanto al comportamiento del mantenimiento preventivo.

Cabe mencionar que, en la Figura 50, se encuentra el resumen del resultado obtenido por el departamento de mantenimiento durante el periodo de estudio. En este, se puede observar cómo el programa de mantenimiento aplicado durante los meses de estudio brinda resultados positivos. En la

etapa de diagnóstico, al mencionar el índice se demuestra que el mínimo del porcentaje de mantenimiento preventivo debe ser 45% y un objetivo óptimo deseable del 70%. Es importante resaltar que, para el mes de mayo el dato registrado por el indicador es de cero por ciento, por causas externas al proyecto las cuales se detallarán en el próximo apartado.

**Figura 50.**

*Tiempo dedicado al mantenimiento preventivo.*



En efecto como se observa en la Figura 50, la comparación del porcentaje de tiempo dedicado para el proceso de mantenimiento preventivo en los años 2020, 2021 y 2022. Se obtiene que existe una mejora en la ejecución de este proceso, sin embargo, para cuantificar la efectividad del cronograma aplicado, se utiliza el indicador establecido en el diagnóstico (ver Tabla 60).

**Tabla 60**

*Calificación de índice de mantenimiento preventivo*

Calificación	Requisitos
Muy bueno	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos > 75% del tiempo total disponible
Bueno	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 75% y > 50% del tiempo total disponible
Regular	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 50% y > 45% del tiempo total disponible
Malo	Tiempo dedicado a mantenimientos preventivos < 45% del tiempo total disponible

Con base en los resultados alcanzados durante el periodo de estudio, se tiene que el departamento de I&M logra un 55% de mejora en comparación con el año 2021 y en comparación con el año 2020 la mejora es de un 62% por lo tanto el cumplimiento en general, comparando con la calificación establecida en el diagnóstico (ver Figura 50), se obtiene una valoración dentro del parámetro de bueno, lo cual cumple los requisitos fijados al inicio del proyecto, por lo tanto, se concluye que la medición de este indicador es exitosa.

#### 4.4.2.3. Ataque cibernético (hackeo) a la CCSS.

Actualmente la tecnología es una necesidad básica en toda organización y esto no escapa de la CCSS cuyas actividades, han ido migrando progresivamente hasta alcanzar un nivel bastante alto de digitalización. En efecto, el departamento de mantenimiento no ha sido la excepción, pues la mayoría de las funciones se realizan de manera completamente digital, tales como: la comunicación entre

mantenimiento y las unidades usuarias, las interacciones en las solicitudes de órdenes de trabajo, el reabastecimiento de repuestos y consumibles, la planificación, entre otras actividades.

Tal y como se ha mostrado a lo largo de este documento, para el área de I&M del HCLVV y para cualquiera de los hospitales restantes, el sistema SOCO es una herramienta de uso obligatorio, por lo que el correcto funcionamiento del departamento tanto jurídico como operacional depende del seguimiento de este y otros lineamientos.

Consecuentemente, esta obligatoriedad implica que tanto las unidades usuarias como el departamento de mantenimiento deben de generar las órdenes de trabajo mediante el sistema SOCO, ahora bien, este no es un programa de computadora, es una herramienta que se encuentra dentro de un servidor de la CCSS. Por lo tanto, dado al evento que ocurrió aproximadamente en la última semana del mes de mayo del año en curso (2022), donde todos los servidores de la CCSS fueron hackeados, esta herramienta y todas las funciones de la CCSS se vieron afectadas en totalidad. Asimismo, esta acción provoca que, como medida de restricción, para impedir que el evento tuviese un mayor impacto, la CCSS dictó la orden de apagar todo equipo electrónico durante aproximadamente una semana, mientras se realizaban las investigaciones del caso.

Finalmente, el uso de estos equipos se restableció, sin embargo, estos no tienen acceso a la red y a los servidores, por lo tanto, se implementaron medidas temporales para poner en funcionamiento nuevamente todos los departamentos. Esta es la razón por la que el departamento de mantenimiento no reporta un nivel de cumplimiento en el mes de mayo en específico, ahora bien, la principal medida temporal aplicada en el departamento de mantenimiento es el uso de una orden de trabajo física, la cual se muestra a en la Figura 51.

**Figura 51.**

*Orden de trabajo temporal*

**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL      ORDEN DE SERVICIO PROVISIONAL**



**MANTENIMIENTO**

**CONTROL, OBSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

No \_\_\_\_ \_  
 Uso exclusivo Ingeniería y Mantenimiento

		Activo No:
Centro Asistencial:	Descripción de la Ubicación:	
Servicio:	Fecha de Emisión:	
Nombre de la Jefatura:	Fecha de Inicio:	
Descripción del Trabajo:		Fecha de Finalización:
Trabajadores Aignados:		Horas Hombre:

SELLO

SELLO

SELLO

\_\_\_\_\_  
 Nombre y Firma Solicitante

\_\_\_\_\_  
 V.B Supervisión  
 Ingeniería y Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
 Firma Recibido en Conformidad  
 Jefatura del Servicio

La bodega de Ingeniería y Mantenimiento solamente entregara materiales cuando la presente Orden Provisional este debidamente firmada por el Jefe del Servicio Solicitante y con el Visto Bueno de la Supervisión de Ingeniería y Mantenimiento, toda orden sin el visto bueno de la supervisión no puede ser realizada. **"Favor entregar esta orden provisional unicamente en el Servicio de Ingeniería y Mantenimiento al supervisor"**

Mediante este documento, el departamento de mantenimiento puede continuar con la asignación de las órdenes de trabajo, sin embargo, la contraparte del proyecto consultó sobre la posibilidad de que la herramienta SPCM contenga este documento dentro de la misma, para que sea aplicada en totalidad en el departamento de mantenimiento. Inicialmente, esta herramienta se crea como un complemento para el sistema SOCO, tal y como se presenta en el diseño de este proyecto, ya que las principales funciones son la planificación y el control de las órdenes de mantenimiento, sin embargo, dentro del diseño también se contempló la parte de la ejecución pero en una menor medida.

Por lo tanto, el reto consiste en validar qué tan bien se comporta la misma ante la incertidumbre que presentaba el departamento en ese momento. Ante esta situación, la herramienta se modificó y se adaptó a las circunstancias que se presentaban, se le añadió un nuevo módulo denominado módulo de correctivo, el cual contiene el documento temporal emitido por las autoridades de la CCSS a continuación en la Figura 52 se presenta un ejemplo del módulo:

**Figura 52.**  
*Módulo de mantenimiento correctivo.*

Registrar Orden de Trabajo

Formulario de solicitud de orden de trabajo OnDemand

**Detalle Solicitud**

No. Activo\*:

Unidad Solicitante\*:

Jefatura Solicitante:

Edificio Solicitante\*:

Cod. Ubicación\*:  Ubicación:

Descripción de la solicitud:

**Responsable Solicitud**

Técnico 1 asignado\*:

Técnico 2 asignado:

Técnico 3 asignado:

**Calendarización\***

Fecha de Emisión:

Fecha de Inicio:

**Tipo de Solicitud\***

Mantenimiento Correctivo

Mejora del Recurso Físico

**Sub Area Responsable\***

Electromedicina

Equipo Industrial

Obra Civil

**Clasificación de Urgencia\***

Nivel A

Nivel B

Nivel C

Guardar y Limpiar

Guardar y Salir

Cancelar

\* Campos indispensables

Asimismo, el funcionamiento de este módulo se da a través de esta interfaz en donde se rellena la información solicitada y este automáticamente genera la orden con la información requerida. Para mayor detalle se presenta la Figura 53 con el ejemplo:

**Figura 53.**  
*Uso del módulo de mantenimiento correctivo*

Registrar Orden de Trabajo ×

Formulario de solicitud de orden de trabajo OnDemand

<b>Detalle Solicitud</b>	<b>Responsable Solicitud</b>
No. Activo*: 3002941	Técnico 1 asignado*: RAUL ALVAREZ A.
Unidad Solicitante*: TAMENTO DE MANTENIMIENTO	Técnico 2 asignado: MATHIAS FERNANDEZ
Jefatura Solicitante: ROLANDO CARVAJAL MONTES	Técnico 3 asignado: DEVIS VASQUEZ
Edificio Solicitud*: MANTENIMIENTO	
Cod. Ubicación*: A-00-003 Ubicación: TALLER DE PINTURA	
Descripción de la solicitud: PREVENTIVO DEL AIRE ACONDICIONADO QUE SE ENCUENTRA EN NEONATOLOGÍA	<b>Calendarización*</b>
	Fecha de Emisión: 06/07/2022
	Fecha de Inicio: 07/07/2022

<b>Tipo de Solicitud*</b>	<b>Sub Area Responsable*</b>	<b>Clasificación de Urgencia*</b>	Guardar y Limpiar
<input checked="" type="radio"/> Mantenimiento Correctivo	<input type="radio"/> Electromedicina	<input checked="" type="radio"/> Nivel A	Guardar y Salir
<input type="radio"/> Mejora del Recurso Fisico	<input checked="" type="radio"/> Equipo Industrial	<input type="radio"/> Nivel B	Cancelar
	<input type="radio"/> Obra Civil	<input type="radio"/> Nivel C	

\* Campos indispensables

Una vez que la información está completa, el usuario presiona cualquiera de los botones llamados “guardar” y “salir” o “guardar” y “limpiar”, con cualquiera de estos botones se crea la orden de trabajo en el formato oficial, tal y como se muestra a en la Figura 54 a continuación:

**Figura 54.**

*Uso del módulo de mantenimiento correctivo*



**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL**  
**MANTENIMIENTO**  
**CONTROL, OBSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**ORDEN DE SERVICIO PROVISIONAL**

No. Orden **EL-002**

Centro Asistencial: HOSPITAL DR. CARLOS LUIS VALVERDE VEGA		No. Activo <b>6547</b>
Unidad Solicitante: SERVICIO GENERAL		Cod. Ubicación: <b>J-00-001</b> Urgencia: <b>B</b>
Nombre de la Jefatura: DOCTOR ORTIZ		Fecha de Emisión: 15/06/2022
Ubicación: AIRE SALA SESIONES		Fecha de Inicio: 17/06/2022
Descripción de la Solicitud:  NO ENFRÍA EL AIRE		
Técnicos Asignados:		Horas Hombre:
RAUL ALVAREZ A.		
FABIO MATAMOROS		

SELLO

SELLO

SELLO

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma Solicitante

\_\_\_\_\_  
V.B Supervisión  
Ingeniería y Mantenimiento

\_\_\_\_\_  
Firma Recibido en Conformidad  
Jefatura del Servicio

La bodega de Ingeniería y Mantenimiento solamente entregara materiales cuando la presente Orden Provisional este debidamente firmada por el Jefe del Servicio Solicitante y con el Visto Bueno de la Supervisión de Ingeniería y Mantenimiento, toda orden sin el visto bueno de la supervisión no puede ser realizada. **"Favor entregar esta orden provisional unicamente en el Servicio de Ingeniería y Mantenimiento al supervisor"**

Tal orden de trabajo, es creada automáticamente para que el supervisor pueda entregarla directamente a los técnicos encargados y de esta manera se asegure el cumplimiento de los lineamientos de la CCSS, en concordancia con los establecidos por el departamento. Una vez concluido, este requisito se puso en práctica la herramienta SPCM en el departamento de mantenimiento (como se muestra en la Figura 50), el porcentaje de mantenimiento alcanzado durante el mes de junio es de un 60%, esto en contraste con el indicador de mantenimiento, se considera en la categoría de bueno. En este contexto, la herramienta SPCM fue de gran ayuda para restablecer las funciones del departamento y continuar las operaciones bajo una normalidad distinta pero igual de efectiva.

Gracias al impacto positivo, se causa un eco en los demás hospitales, dado a que el departamento de mantenimiento del HCLVV fue de los primeros en retomar operaciones, este hecho llama la atención de hospitales tales como el Hospital de Alajuela y el Hospital México, siendo este último el mayor interesado y el cual acudió a la sede de San Ramón con la delegación completa del departamento de mantenimiento con el fin de recibir una capacitación que les permita poner en práctica la herramienta en ese centro hospitalario.

Posterior a la charla de capacitación, la cual se muestra en el apéndice 11, se definieron los parámetros que se deben de ajustar debido a que el Hospital México es un hospital de la más alta categoría en el país denominada nacional según Mohs, (1974).

Cabe mencionar que, existen tres tipos de Hospital: Nacional, Regional y Periférico. Los Hospitales nacionales son generales o especializados y se concentran en la capital, los regionales están en las cabeceras de provincias y los periféricos en cantones. Por esta condición, el hospital de San Ramón se considera periférico, lo que implica menores condiciones y cantidad de servicios. A diferencia, el Hospital México que tiene una demanda de órdenes de trabajo mucho mayor al ramonense, la diferencia en promedio es de 3000 órdenes mensuales; además, la cantidad de operarios es realmente mayor mientras, el hospital de San Ramón cuenta con 15 técnicos disponibles, mientras que el hospital México tiene 150 operarios. En efecto, esto impacta con la cantidad de talleres, dado a que este centro hospitalario tiene cinco talleres en contraposición a los tres estudiados en este proyecto. Así ocurre con muchas otras funciones que son propias de un hospital nacional.

Finalmente, con la medición de este indicador de éxito del proyecto se analizan los resultados bajo diferentes condiciones, en dado caso, en presencia del sistema SOCO o en ausencia de este, se concluye que la herramienta SPCM es completamente funcional y que se adapta de buena manera a las necesidades del departamento de mantenimiento del HCLVV. Por otra parte, existe la posibilidad de que este opere en otros centros de salud, no obstante, bajo la experiencia obtenida hasta el momento, se deduce que es posible si se realizan modificaciones que le permitan adaptarse a las necesidades de ese centro de salud en específico.

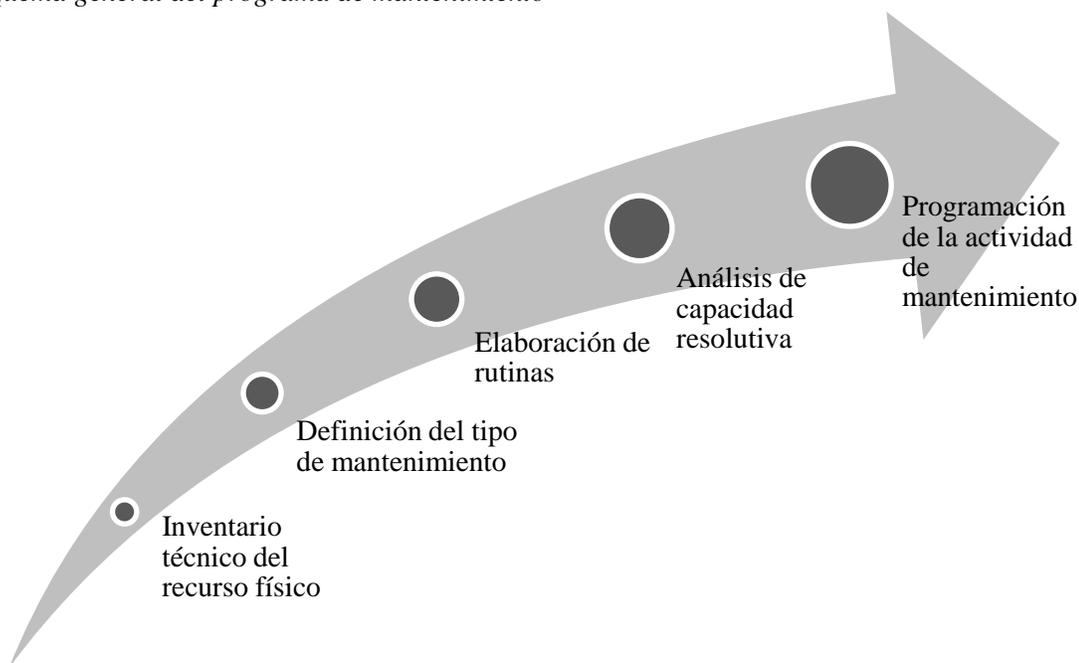
#### 4.4.2.4. *Indicador de éxito: nivel de cumplimiento en la gestión del mantenimiento.*

A partir del diseño del plan de mantenimiento, el cual se encuentra alineado a los objetivos del SIGMI, se logra realizar una mejora en el nivel de cumplimiento, lo cual es un aspecto fundamental para el departamento de gestión de mantenimiento, puesto que, es la forma en la que se evalúa el aspecto

operacional del área. Inicialmente, para realizar la medición de este indicador, se eligieron siete aspectos que según el SIGMI son primordiales para la adecuada gestión del mantenimiento institucional. Dichos aspectos se muestran en la Figura 55:

**Figura 55.**

*Esquema general del programa de mantenimiento*



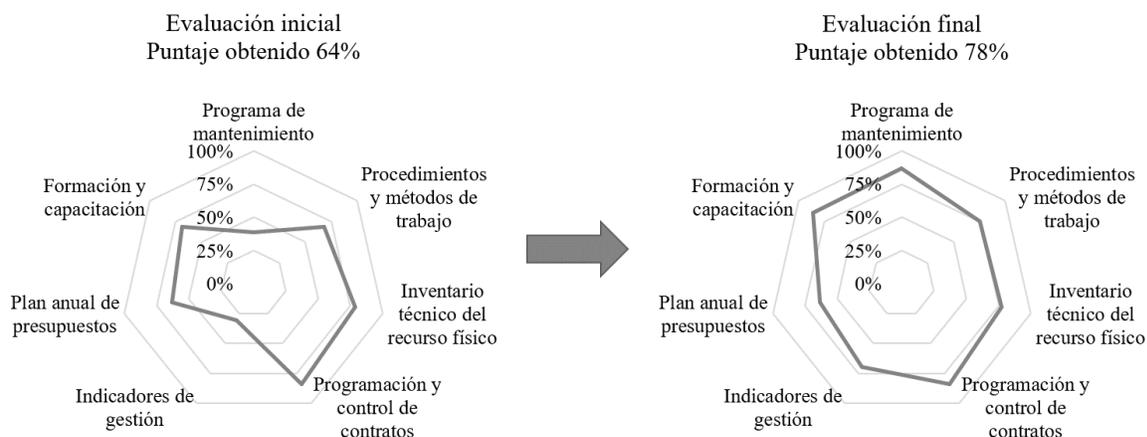
Según el SIGMI, la base para el diseño de todo plan de mantenimiento comienza con el reconocimiento del inventario técnico del recurso físico, a partir de este punto, se identifican las necesidades de mantenimiento que van ligadas a dos aspectos necesarios para ser solventadas, el primero, es la asignación presupuestaria para la compra de repuestos y consumibles, también para solventar el segundo punto, el cual se refiere a la mano de obra. Una vez definidos estos aspectos, se procede a precisar los procedimientos y métodos de trabajo, donde básicamente se concretan las estrategias, los equipos y el momento en el que se brindará cada uno de los servicios. Tales aspectos, en conjunto, conforman lo que es el programa de mantenimiento, a partir del diseño de este plan, aquellas actividades que no puedan ser completadas por el departamento debido a diferentes motivos deben de ser asignadas a la programación de contratos, para que mediante un tercero sean llevadas a cabo.

Continuando con el diseño del programa de mantenimiento este, en conjunto, debe de ser presentado, divulgado y aplicado por cada uno de los colaboradores, dado a que, este último escalón es el que se encarga de que sea ejecutado. Por este motivo, es de suma importancia que la base del programa sea lo suficientemente sólida para que el programa de formación y capacitación sea efectivo.

Por lo tanto, estos aspectos componen el plan de mantenimiento diseñado para el departamento de mantenimiento del HCLVV. Cabe destacar que, como parte del proceso de evaluación de mejora y cambio, se evalúa nuevamente, con el fin de medir la evolución del departamento en cuanto a la mejora en la gestión, gracias a ello, se obtuvo el resultado de la Figura 56:

**Figura 56.**

*Evaluación del índice de gestión de mantenimiento*



Al igual que se realiza en el indicador anterior, para medir el nivel de cumplimiento es necesario contrastar con un parámetro que permita evaluar la nueva condición del departamento. Para esto, se utiliza el mismo parámetro llevado a cabo en la evaluación anterior, a partir de este, se obtiene que la calificación obtenida es mayor al 75%, la cual es considerada como muy buena según el parámetro definido por el SIGMI para el área de mantenimiento.

Este resultado obtenido, es el conjunto de los siete parámetros principales para el diseño de un plan de mantenimiento, sin embargo, en el diagnóstico de este proyecto se determinaron una serie de oportunidades de mejora que podrían ser impactadas con la ejecución de este trabajo.

A continuación, en la Tabla 61 se presenta el resumen de estas oportunidades:

**Tabla 61.**

*Oportunidades de mejora*

<b>Oportunidades de mejora</b>	<b>Actividades del proyecto que causan un impacto positivo</b>
1. Ausencia en la ejecución y control de indicadores de mejora continua, cantidad de correctivo vs cantidad de preventivo	Impacto positivo mediante la herramienta SPCM y el módulo de control de KPI's
2. Ausencia de guías de periodicidad y frecuencia para los equipos	Impacto positivo mediante la herramienta SPCM y el módulo de administración de base de datos de mantenimiento
3. Ausencia de la hoja de vida de los equipos	No se impacta, debido al hackeo que sufrió la CCSS (perdida del historial de datos de equipos almacenado en el sistema SOCO)
4. Capacidades insuficientes de acuerdo a la cantidad de equipos	Impacto positivo mediante la priorización de equipos y la definición de equipos de trabajo con la respectiva estrategia
5. Personal con habilidades específicas	Impacto medio, dado que se involucró al personal del departamento en la implementación y el diseño del plan de mantenimiento

**Tabla 61***Oportunidades de mejora (continuación)*

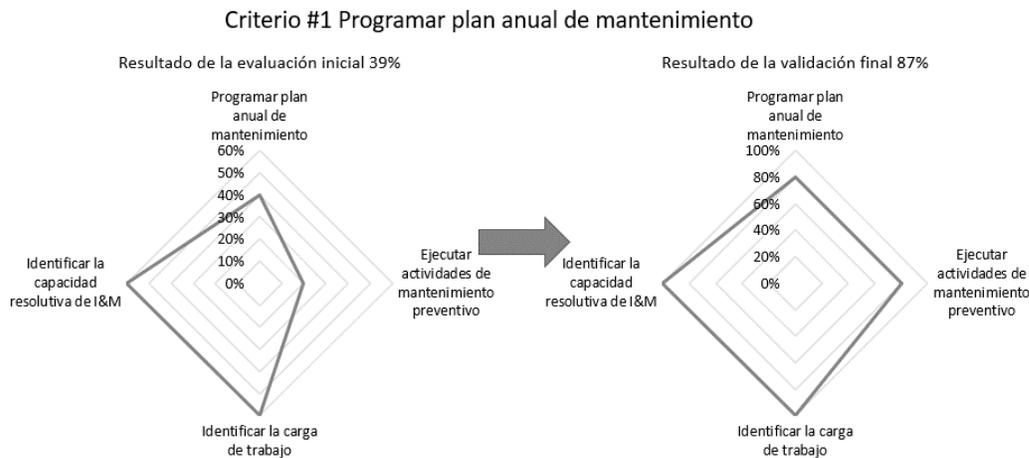
<b>Oportunidades de mejora</b>	<b>Actividades del proyecto que causan un impacto positivo</b>
6. Ausencia de un estándar de planificación	Impacto positivo mediante el módulo de planificación y diseño de planes de mantenimiento preventivo
7. Ausencia de un método que priorice órdenes de trabajo	Impacto positivo mediante la implementación del proyecto en general, tanto en el uso de la herramienta como en la definición de las estrategias e implementación en la unidad de I&M
8. Deficiencias en el programa de mantenimiento	Impacto positivo. La unidad de I&M conoce la cantidad de equipos, se han definido los cronogramas y se han establecido los equipos de trabajo
9. Ausencia en la aplicación de procedimientos y métodos de trabajo	Impacto positivo mediante la creación de estrategias de trabajo
10. Falencias del inventario técnico del recurso físico	Impacto positivo mediante el inventario de equipos completo en el módulo de equipos en la herramienta SPCM
11. Sesgo al medir la efectividad de la programación y controlar contratos	Impacto positivo mediante la herramienta SPCM y el módulo de control de KPI's
12. Falencias en la ejecución de indicadores de gestión	Impacto positivo mediante la ejecución del proyecto en general

Cada uno de estos aspectos de mejora, impactaron de alguna manera a través de la ejecución del proyecto, asimismo, el total de estas acciones están contenidas dentro de siete criterios evaluados en el departamento. A raíz de estos, es posible determinar el porqué del impacto y a qué se debe el cambio en el nivel de gestión del área. Por lo tanto, a continuación, se muestra cada uno de los siete criterios donde se analiza el antes y el después de cada uno de ellos, así como el aporte para el índice de gestión de mantenimiento de la unidad local.

a. Criterio 1. Programar el plan anual de mantenimiento:

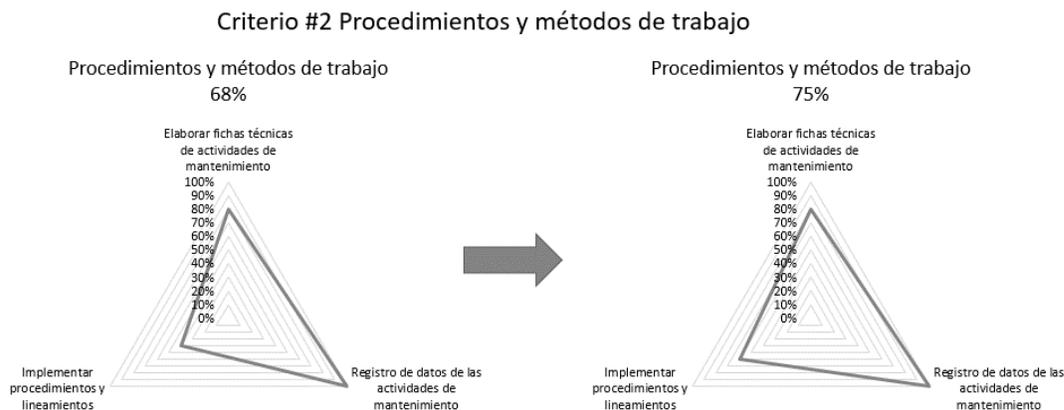
Este primer criterio, comprende todo lo relacionado al diseño del plan de mantenimiento, desde la identificación de la capacidad resolutive del área de I&M hasta la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento. En la Figura 57, se puede observar que el avance de este criterio es importante, esto se debe a que cada uno de los factores tuvo que trabajarse para conformar el programa de mantenimiento, puesto que eran críticos para la programación correcta y posterior ejecución.

**Figura 57.**  
*Criterion #1 Programar plan anual de mantenimiento*



Como se puede observar, este criterio, es el que tiene mayor impacto a nivel operacional, pues de este depende la asignación de las órdenes de trabajo que posteriormente serán controladas. Por consiguiente, en la Figura 58 se determina que los sub criterios relacionados a la programación de las actividades se cumplen al 100% y se presenta un avance importante en la programación de actividades y en la ejecución de estas.

**Figura 58.**  
*Criterion #2 Procedimientos y métodos de trabajo*



En concordancia con los datos analizados anteriormente, el programa anual de mantenimiento contiene los lineamientos y criterios necesarios para definir el nuevo método de trabajo. En este proceso de cambio, se inicia por reconocer la capacidad resolutive en relación con la carga de trabajo, de este modo, se definen los equipos de trabajo que se encargaran de brindar mantenimiento preventivo a las familias de equipos seleccionadas.

También, se modifican las actividades realizadas por los supervisores, puesto que, se introduce la herramienta SPCM dentro de las funciones cotidianas para controlar lo que corresponde a la ejecución de actividades de mantenimiento de cualquier tipo, además, como parte del proceso de mejora continua del departamento se introduce el control mediante KPI's, esta es una herramienta funcional que permite controlar los resultados del programa de mantenimiento. Dadas estas mejorías, al realizar nuevamente la evaluación, se concluye que el impacto observado es positivo y con oportunidades de mejora para el futuro.

Continuando con el análisis, se procede a evaluar el tercer criterio definido en el índice de gestión de mantenimiento (ver Figura 59).

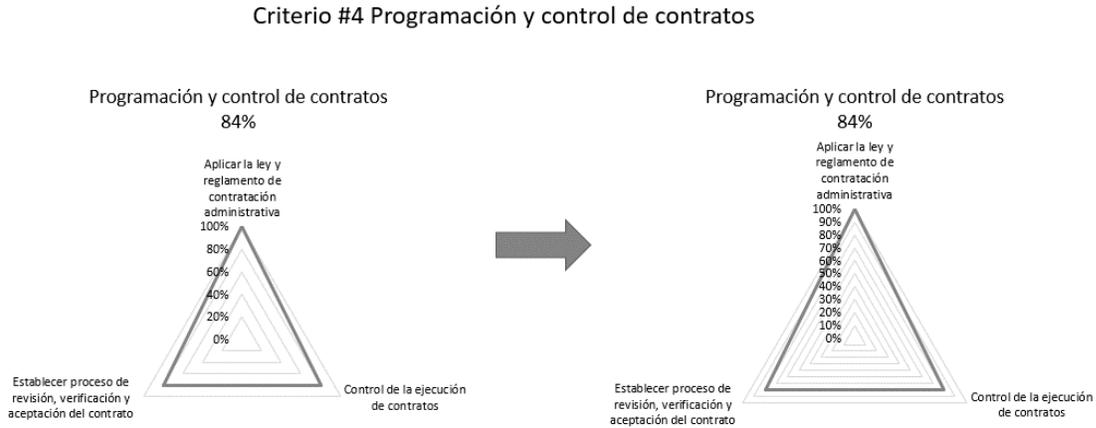
**Figura 59.**  
*Criterio #3 Inventario técnico del recurso físico*



Para el análisis del tercer criterio, se obtiene un resultado negativo. A pesar de que en cada uno de los sub criterios anteriores existan mejorías, el mayor impacto se concentra en la pérdida del historial de intervenciones de mantenimiento realizadas en el recurso físico, esto debido al ataque cibernético que sufre la CCSS. Por este motivo, se considera que el impacto es negativo, no obstante, es posible producir un nuevo historial de intervenciones mediante la herramienta SPCM en el módulo de gestión de equipos (ver Figura 60).

**Figura 60.**

*Criterio #4 Programación y control de contratos*

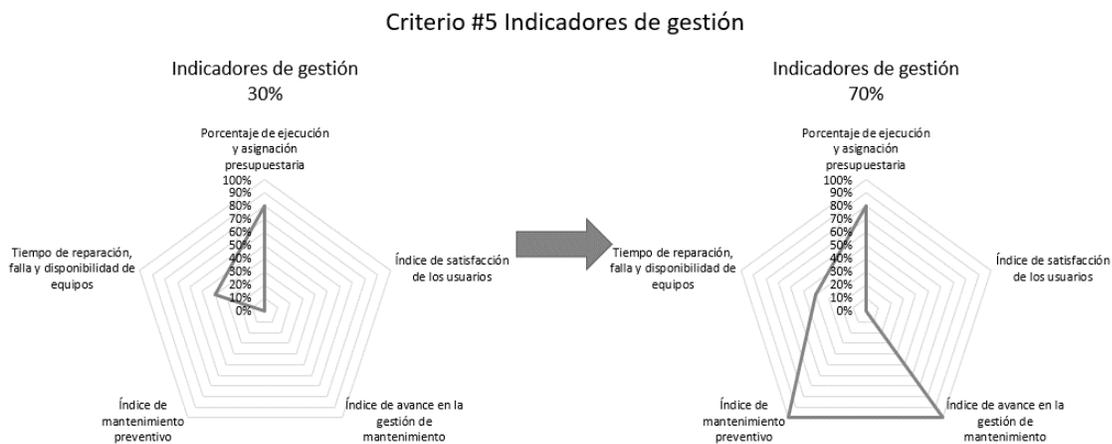


En cuanto a la programación y control de contratos, es uno de los módulos no impactados dentro del proyecto. A pesar de que en este criterio se detallan las actividades de mantenimiento a realizar en equipos específicos, no se definieron como parámetros de estudio dentro del alcance de este proyecto.

Seguidamente, para el análisis de este criterio, se comprende una serie de sub criterios de suma importancia dado a que son la base fundamental para la ejecución de los programas de mantenimiento, como es el caso de la asignación presupuestaria, ya que, de este criterio básicamente depende la cantidad de equipos, operarios, herramientas y demás necesidades que presente el departamento de mantenimiento (ver Figura 61).

**Figura 61.**

*Criterio #5 Indicadores de gestión*



Por otra parte, el índice de satisfacción de usuarios, es la herramienta que permite evaluar la efectividad del departamento con respecto al servicio que se brinda, esto se relaciona con el índice de reparación de fallas y disponibilidad de equipos, dado a que, básicamente son las tareas principales de mantenimiento. Sin embargo, estos criterios no fueron evaluados durante el proyecto, puesto que

no se propusieron herramientas para medir estas mejoras, no obstante, el impacto positivo se aprecia al definir, implementar y medir los índices de mantenimiento que son herramientas vitales para evaluar el rumbo del departamento, en función de la cantidad de mantenimientos realizados y en la gestión de estos.

Como se puede observar en la figura anterior, el mayor impacto se concentra en estos dos sub criterios que provocan que actualmente el departamento de mantenimiento conozca los resultados del departamento y pueda realizar actividades para la mejora continua.

Para el sexto criterio, dado a que estas características no estaban incluidas dentro del alcance del proyecto no fueron evaluadas, por lo tanto, no existe impacto en este sub criterio (ver Figura 62).

**Figura 62.**

*Criterio #6 Plan anual de presupuestos*



Finalmente, en el transcurso en el que se llevó a cabo este proyecto, se realizaron actividades relacionadas a la formación y capacitación del departamento de mantenimiento. El objetivo principal de estas actividades es desarrollar la cultura preventiva, asimismo, es la principal meta a potenciar en el departamento, dado a que, favorece la aceptación del mantenimiento preventivo como una necesidad aún mayor que el mantenimiento correctivo. De esta forma, se definen programas para la seguridad del recurso, como lo es la herramienta SPCM, el sistema SOCO (aunque esté fuera de servicio) y demás recursos que permiten llevar a cabo actividades para prevenir fallas, potenciar y maximizar el tiempo de vida de los equipos (ver Figura 63).

## Figura 63.

### Criterio #7 Formación y capacitación



Por esta razón, con el análisis realizado y con los impactos obtenidos, se concluye que la medición de los indicadores es exitosa y las mejoras obtenidas son positivas, no obstante, no son suficientes, ya que se debe seguir con los procesos de mejora continua para potenciar los resultados en el departamento y de esta manera alcanzar la excelencia operacional.

Continuando con la evaluación, dado a que fundamentalmente el programa de mantenimiento se encuentra contenido dentro de la herramienta SPCM y la misma no es evaluada *per se*, dentro del índice de gestión de mantenimiento, se procede a realizar la consulta para medir el índice de aceptación de esta dentro del departamento de mantenimiento.

#### 4.4.3. Validación de los módulos de la herramienta SPCM

Objetivo 3: Validar la percepción de los supervisores sobre la herramienta propuesta analizando cada uno de los módulos.

Una vez implementada la herramienta SPCM en el área de I&M, y a partir de los resultados obtenidos, se concluye que esta provoca un efecto positivo dentro del funcionamiento del área. Por este motivo, para validar el impacto de cada uno de los módulos en función de los beneficios que presenta para cada una de las sub áreas, se realiza una encuesta a los supervisores, con el objeto de evaluar la perspectiva de estos sobre la herramienta y el funcionamiento.

En este sentido, la encuesta se realiza mediante la herramienta *Google Forms* (se adjunta en el apéndice 10), a partir de los resultados obtenidos en esta evaluación, se concluye que gracias a la flexibilidad se pueden diseñar tantos planes de mantenimiento según lo requieran las necesidades del departamento y que, en ausencia del sistema SOCO, se logra mantener la continuidad de las operaciones sin mayores inconvenientes.

En concordancia con el segundo indicador del proyecto, se cumple que los módulos de la herramienta integran la gestión del departamento, debido a que, para lograr aprovechar el máximo rendimiento de la herramienta es necesario desarrollar los siete criterios antes explicados. Por lo tanto, esto se refleja

con los resultados obtenidos en el primer indicador, en donde se observa que, para lograr mayor rendimiento de los programas de mantenimiento, es necesario dedicar la mayoría de tiempo para la planificación. Asimismo, este aspecto fue contemplado y en mayor medida es automatizado para aprovechar la utilidad del tiempo, en efecto, se puede concluir que en general se presenta una mejora en la ejecución de los procesos del área.

#### **4.5. Análisis de factibilidad financiera**

Para el análisis de factibilidad financiera, se realiza un prorrateo de los costos incurridos en las actividades llevadas a cabo durante el proyecto, desde los inicios hasta la etapa de aplicación, para delimitar el coste que hubiese implicado al departamento de mantenimiento efectuar una reestructuración de las actividades acorde a las realizadas en este proyecto.

##### 4.5.1. Costeo de actividades

Dada la importancia de determinar el coste del proyecto, así como el costo del diseño de la herramienta SPCM, se procede a realizar el análisis de la inversión.

##### 4.5.1.1. *Costeo de actividades*

Para llevar a cabo este análisis, resulta relevante que las actividades corresponden a cada una de las etapas de este proyecto: diagnóstico, diseño y validación. A partir de estas, se determina el tiempo invertido, el cual tiene dos componentes, el trabajo de investigación de campo y el diseño ingenieril, este último relacionado a la herramienta SPCM. Por lo tanto, la distribución del tiempo invertido se muestra en la Tabla 62.

.

**Tabla 62.***Metodología del proyecto*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<i>I. Diagnóstico</i>	1.1 Determinación del estado actual del área de I&M	1 semana
	1.2 Determinación del diseño actual de los procesos sustantivos del área de I&M	1 semana
	1.3 Determinación del entorno actual del área de I&M	1 semana
	1.4 Determinación del funcionamiento actual de los procesos de I&M	1 semanas
	1.5 Revisión de la documentación de los lineamientos de ingeniería de la CCSS	2 semanas
	1.6 Identificación de la carga de trabajo del plan de mantenimiento	2 semanas
	1.7 Determinación de la capacidad resolutive para el área de I&M	4 semanas
	1.8 Revisión de la reglamentación del sistema institucional de mantenimiento de la CCSS y otras normativas aplicables.	2 semanas
	1.9 Definición de los criterios, pautas y buenas prácticas en materia de mantenimiento	2 semanas
	1.10 Evaluación del estado actual del avance en la gestión de mantenimiento	4 semanas
<i>II. Diseño</i>	2.1 Reconocimiento del inventario técnico del recurso físico del Hospital	5 semanas
	2.2 Rediseño del programa de mantenimiento del recurso físico.	6 semanas
	2.3 Diseño de un módulo para calcular el índice de gestión del equipo	6 semanas
<i>III. Validación</i>	3.2 Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto.	4 semanas
	3.3 Demostración de las mejoras obtenidas del diseño en el departamento de mantenimiento.	4 semanas
	3.2 Demostración de la validez y los beneficios obtenidos al implementar las propuestas.	2 semanas
	3.4. Demostración del uso de buenas prácticas en la gestión del mantenimiento	4 semanas
	3.5. Demostración de la factibilidad de las soluciones propuestas	2 semanas

Inicialmente, para el desarrollo de la etapa de diagnóstico, se determina que, esta fase en totalidad se compone de actividades relacionadas a la investigación de campo. Asimismo, esta es de gran importancia, dado a que a partir de ella se crean las bases sobre la problemática detectada y se definen los pasos a seguir en las etapas posteriores.

Seguidamente, en la etapa de diseño, se definen todos los requerimientos que deben de cumplirse en la herramienta SPCM, para que esta se ajuste a la realidad del departamento.

Finalmente, en la etapa de validación, se procede con la implementación, ajustes y capacitaciones necesarias para medir el rendimiento de la herramienta y consigo evaluar el efecto causado en el departamento. Por lo tanto, para el desarrollo de estas etapas, fue necesario el diseño de un cronograma de trabajo en donde se especificará el tiempo invertido por cada uno de los integrantes para lograr la ejecución de cada etapa. A continuación, en la Tabla 63 se presenta el detalle.

**Tabla 63.**

*Tiempo invertido*

<b>Día de la semana</b>	<b>Horas diarias</b>
Lunes	0
Martes	2
Miércoles	0
Jueves	2
Viernes	3
Sábado	3
Domingo	4
<b>Total 14 horas semanales</b>	<b>14</b>

A partir del tiempo invertido, semanalmente, se determina el tiempo total invertido en las actividades involucradas en el proyecto. Para mayor detalle se muestra la Tabla 64.

**Tabla 64.**

*Descripción de actividades*

<b>Descripción</b>	<b>Horas invertidas</b>
Herramienta Kanban	168
Herramienta multi criterio	42
Manual de la herramienta	14
Capacitación general	3
Capacitaciones individuales	12
<b>Total de horas</b>	<b>239</b>

Finalmente, al prorratear el tiempo invertido se determina el monto del proyecto, a partir del costo de la hora de un profesional de la ingeniería nivel junior, la cual la establece el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, según la publicación de la \*La Gaceta N° 189 del viernes 01 de octubre del 2021 - en ₡32 200,00 (Treinta y dos mil doscientos colones exactos). Partiendo de este dato, el producto del tiempo invertido y el coste de la hora profesional, se estima que el valor del proyecto es de ₡7 695 000,00 (siete millones seiscientos noventa y cinco mil ochocientos colones exactos) con una vida útil de 3 años como mínimo o hasta que Microsoft Office 365 deje de tener soporte.

#### 4.5.1.2. Cotización de un CMMS

Con el fin de contrastar el costo que implicaría la implementación de un CMMS (Computerized Maintenance Management System) en el departamento de mantenimiento se procede a cotizar uno de los tantos softwares de este tipo que hay en el mercado con la intención de evidenciar el costo en el

que incurriría el departamento de mantenimiento con el desarrollo de un proyecto de implementación de un CMMS. Revisando las opciones del mercado se decide cotizar se contacta a MP Software una empresa internacional con sede en varios países de Latinoamérica, desde los cuales se dedican a dar soporte a este sistema.

Consultando los planes de precios según las necesidades se tiene que para el área I&M, se requiere que se cumplan las siguientes condiciones.

- a. 12 usuarios con acceso total.
- b. Almacenamiento en la nube.
- c. Sesiones de capacitaciones durante un año.

Considerando estas condiciones se realiza la cotización obteniendo la respuesta que se muestra en la Figura 64.

**Figura 64.**  
*Cotización de MP Software*

Producto o servicio (requerido)	Precio
Suscripción anual a MP Empresarial versión 10 para 12 Usuario(s) con acceso total.	USD\$4,230
MPcloud - Servicio de hospedaje de bases de datos en la nube.	USD\$1,430
SESIONES ILIMITADAS DE HASTA 2 HORAS EN LÍNEA DURANTE UN AÑO Recomendado para la puesta en marcha y garantizar la implementación exitosa de la suite MP versión 10. Agenda tus sesiones como más te convenga.	USD\$3,050
Subtotal	USD\$8,710
<b>Total</b>	<b>USD\$8,710</b>

Tomando en cuenta los requisitos del área se obtiene que el costo de implementación de un CMMS en el departamento de mantenimiento requiere de una inversión de aproximadamente \$8 710,00 (Ocho mil setecientos diez dólares exactos) lo que convertido al colon costarricense se traduce en ₡5 548 947,00 (Cinco millones quinientos cuarenta y ocho mil novecientos cuarenta y siete colone exactos). Este monto se pagaría de forma anual por lo que al cabo de 3 años el área tendría que pagar en total ₡16 646 841,00 (Dieciséis millones seiscientos cuarenta y seis mil ochocientos cuarenta y un mil colones exactos) en total.

Por lo tanto, se concluye a raíz de los resultados obtenidos y del coste del proyecto, que este es factible para implementarlo, sin embargo, más allá de recuperar la inversión, resulta mucho más importante el hecho de que miles de vidas se podrían salvar mediante diagnósticos efectivos, para los cuales se requieren equipos e infraestructura física en óptimas condiciones. Por lo tanto, el valor social que este proyecto posee es muy alto, ante ello, los números son importantes pero el valor de un equipo nunca

va a superar el valor de una vida. Es por eso que, la realización de este proyecto fue positiva para todas las partes involucradas.

#### **4.6. Conclusiones de la etapa validación**

Al finalizar esta etapa, se determina que los procesos rediseñados permiten cuantificar elementos concernientes al cumplimiento en la gestión del mantenimiento, aspecto que es determinado y evaluado por el SIGMI, el cual establece los parámetros y la obligatoriedad de estos para todas las sedes regionales que componen el sistema hospitalario nacional. A partir de la medición de los indicadores propuestos, se deduce que el cumplimiento con respecto a estos parámetros, es satisfactorio, pues tanto el índice de mantenimiento preventivo como el índice de gestión del mantenimiento, superan el mínimo establecido de un 45%, con valores de 55% y 78% del tiempo total dedicado a los procesos de mantenimiento preventivo.

Por otra parte, durante la validación, se evidencia que existen importantes mejoras relacionadas al programa de mantenimiento, esto a través de comprobar los insumos necesarios para realizar una adecuada planificación de las actividades a efectuar. Además, se implementan mejoras en los procedimientos y métodos de trabajo que van direccionados a la estructura de los equipos de mantenimiento, asimismo, se toma en cuenta el mantenimiento preventivo y el proceso principal del departamento, a los que se debe brindar la mayor atención según los recursos lo permitan.

De igual manera, se demuestra que la herramienta SPCM es capaz de trabajar como complemento del sistema SOCO, en aspectos de planificación y control de ejecución, o bien, en la ausencia de este. En efecto, tal y como ocurre durante la etapa en la que un agente externo inhabilita los servidores de la CCSS (en donde se encuentra el sistema SOCO), se utiliza la herramienta SPCM como medida de contingencia y esta logra resultados positivos durante el uso.

Finalmente, se resalta que, la gestión del mantenimiento en un centro hospitalario tiene un valor social importante, por lo que la continuidad de las operaciones se debe de garantizar en todo momento, pese a los incidentes disruptivos que pueden presentarse en cualquier instante. En este caso, se considera que el proyecto diseñado es exitoso, más allá de la medición de los indicadores propuestos y los resultados, dado a que logra garantizar que el departamento de mantenimiento continúe con la prestación de los servicios. En otras palabras, esto se resume en una evidente mejor calidad en la atención de las distintas especialidades médicas que fortalecen el sistema de salud pública costarricense.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se demuestra que la propuesta diseñada soluciona satisfactoriamente la problemática detectada en la etapa de diagnóstico, puesto que, se constata una mayor organización y planificación, lo que se traduce en un aumento del lapso dedicado al mantenimiento preventivo por parte del departamento. Por lo tanto, se logra que dicha sección cuente con herramientas más versátiles que permitan eliminar tareas repetitivas y así dedicar este tiempo a generar valor en los servicios.

Aunado a lo anterior, el uso de la herramienta requiere de un periodo característico de aprendizaje donde, el transcurso, acompañamiento y soporte son características fundamentales para potenciar el progreso. Asimismo, se comprueban los buenos resultados que se obtienen con un control de seguimiento óptimo, ya que permite al supervisor de la unidad usuaria conocer cuál es el estado de las órdenes asignadas en todo momento, esto mediante el sistema Kanban.

Tomando en cuenta los resultados, se divisa que el cumplimiento antes de ejecutar este programa de mantenimiento era de un 24%, no obstante, al utilizar la herramienta en el periodo de estudio, se logra como resultado en el primer mes de trabajo una cifra del 49% del tiempo dedicado al mantenimiento preventivo, además, el índice de gestión de mantenimiento cambia de un 64% a un 78%. Por consiguiente, con base en estos datos, se determina el éxito del proyecto que se manifiesta en una mayor integración del departamento en cuanto a las ejecuciones de los procedimientos.

Cabe enfatizar que, SPCM, que es base fundamental de este proyecto, se fundamenta en el manual de uso, debido a que este contiene el instructivo necesario para corregir problemáticas que se presentan al ejecutar la herramienta, lo que garantiza que el uso de dicho instrumento se prolongue en el departamento.

Igualmente, se diseñan los cronogramas de mantenimiento para las subáreas de equipo médico y obra civil, toda esta información es entregada al supervisor de cada unidad usuaria, además, debido al éxito que se tuvo en la prueba piloto, es posible replicar el modelo utilizado en las diferentes subáreas.

Por último, el cumplimiento de este proyecto permite al departamento de mantenimiento optimizar los procesos de planificación y diligencias, de tal manera, se logra mejorar la toma de decisiones y se percibe un impacto positivo en la cantidad de servicios brindados. A la vez, esto trae consigo una serie de beneficios y reducciones, tanto en el gasto incurrido en repuestos y consumibles, como el costo que asumen las unidades usuarias al no poder brindar un servicio debido a la no disponibilidad de un equipo. En síntesis, todo esto se contempla en una mejora en la salud pública de las personas de la zona de occidente, el cual es uno de los objetivos estratégicos del centro hospitalario.

## **Recomendaciones**

Inicialmente, se recuerda al departamento de mantenimiento y a los supervisores que la herramienta SPCM funciona con una base datos que requiere actualización, esto se debe a que todos los años ingresan y salen nuevos equipos al sistema de inventarios, de forma que, para abarcar la totalidad de equipos que requieren mantenimiento, es necesario realizar actualizaciones anuales.

Del mismo modo, los indicadores que se establecen durante la ejecución de este proyecto son parte de las mediciones que corresponde realizar al departamento del mantenimiento, así lo establece el SIGMI dentro de la normativa, por lo tanto, la continuidad en el control de estos indicadores es necesaria para cumplir con los requisitos normativos, también, para conocer cuál es el estado del departamento en general en cuanto a las gestiones y la ejecución del mantenimiento.

Asimismo, según sea necesario, la herramienta SPCM se puede modificar para agregarle o eliminarle familias de equipo, por ello, esta circunstancia es normal dentro de la programación de mantenimiento. Únicamente, no se recomienda mezclar familias de equipos entre subáreas, puesto que el control de seguimiento se distorsiona, cuyo efecto puede provocar que se dificulte obtener el seguimiento del cronograma de mantenimiento.

Finalmente, es importante visibilizar los resultados que se obtienen en el departamento e involucrar cada vez más a los colaboradores a participar del programa de mantenimiento preventivo, con esto se pretende formar y promover la prevención por encima de la cultura correctiva. De esta manera, lograr que el cumplimiento de cronogramas de mantenimiento se lleve a cabo en totalidad, para vislumbrar un mejor servicio en las unidades usuarias así como un trabajo por convicción.

## Referencias bibliográficas

- Acevedo, A. y López, A. (2007). *El proceso de la entrevista. Conceptos y modelos*. (4ª ed.). Limusa.  
[https://www.academia.edu/30984428/El\\_proceso\\_de\\_la\\_entrevista\\_conceptos\\_y\\_modelos\\_Acevedo\\_y\\_Lopez](https://www.academia.edu/30984428/El_proceso_de_la_entrevista_conceptos_y_modelos_Acevedo_y_Lopez)
- Ardila, J., Ardila, M., Hincapié, D. y Rodríguez, D. (2016). La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión. *Dimensión Empresarial*, 14(2), 127-142. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>
- Association of Business Process Management Professionals. (2009). *Guide for business process management: Common body of knowledge*. ABPMP.  
[https://www.academia.edu/12129515/Guide\\_to\\_the\\_Business\\_Process\\_Management\\_Common\\_Body\\_of\\_Knowledge\\_BPM\\_CBOK](https://www.academia.edu/12129515/Guide_to_the_Business_Process_Management_Common_Body_of_Knowledge_BPM_CBOK)
- Avellanda, M. (2012). *Gestión de Mantenimiento Preventivo para un Hospital de 100 Camas* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Cartagena].  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/10317/2872/1/pfc4495.pdf>
- Bachion, H. (2013). BPM: um estudo de caso dos fatores críticos de sucesso. *Revista GCG globalización, Competitividad & Gobernabilidad*, 7(2), 106-117.  
<https://doi.org/10.3232/GCG.2013.V7.N2.07>
- Cabrera, A. (2019). Un modelo de minimización de costos de mantenimiento de equipo médico mediante lógica difusa. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 14(3), 379-396. <https://ideas.repec.org/a/imx/journal/v14y2019i3p379-396.html>
- Caja Costarricense de Seguro Social (27 setiembre, 2012). Reglamento. Reglamento del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional. La Gaceta No. 214
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2015). *GIT-I-GR-110 Guía para la elaboración del programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de la CCSS*. Dirección de Mantenimiento Institucional. (1er ed.; GIT-I-GR-110)
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2015) Guía para la elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo Dirección de Mantenimiento Institucional. (1er ed.; GIT-I-GR-111)
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2017). *Guía para la identificación de los indicadores del Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional*. (1er ed.; GIT-I-GR-119)
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2019). *Plan de Gestión de Mantenimiento del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega. Servicio de Ingeniería y Mantenimiento*. (3ra ed.; SIM-ASP-MM)
- Caja Costarricense del Seguro Social. (2020). *Procedimiento Reconocimiento del Universo de Trabajo de Mantenimiento*. (1ra ed.; DMI-P04-PR01)

- Caja Costarricense del Seguro Social. (2021). *Tipo de orden de trabajo* [PDF]. CCSS. <https://soco.ccss.sa.cr/definiciones.pdf>
- Cárcel Carrasco, F.J. (2016). (Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 68-75. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75>
- Castellano, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología: glosas de información aplicadas a las PYMES*, 8(1), 30-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6866058>
- Contreras, E., Arancibia, S., Mella, S., Torres, P. y Villablanca, I. (4 de marzo de 2003). *Evaluación multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva*. Ingeniería industrial Universidad de Chile. <https://www.dii.uchile.cl/publicaciones/evaluacion-multicriterio-aplicacion-para-la-formulacion-de-proyectos-de-infraestructura-deportiva/>
- Cordero, G. y Luna, K. (2019). Aplicación de un proceso analítico jerárquico (AHP) para mejorar la gestión de inventarios en cadenas de abastecimientos. *Ecuadorian Science Journal*, (3) 2, 25-32. <https://doi.org/10.26911/issn.2602-8077vol3iss2.2019pp25-32p>.
- Decreto Ejecutivo No. 1 de 1967 (con fuerza de ley). *Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo*. 27 de enero de 1967 La Gaceta No. 19. Poder Ejecutivo, Gobierno de Costa Rica
- Decreto No. 10541-TSS de 1979 (con fuerza de ley). *Reglamento para el Control de Ruidos y vibraciones*. 27 de septiembre de 1979. La Gaceta No. 181. Poder Ejecutivo, Gobierno de Costa Rica
- Decreto No. 26789-MTSS de 1998 (con fuerza de ley). *Reglamento de Calderas*. 2 de abril de 1998. La Gaceta No. 65. Poder Ejecutivo, Gobierno de Costa Rica
- Decreto Ejecutivo No. 39321-MTSS de 2015(con fuerza de ley). *Política Nacional de Salud Ocupacional*. 14 de diciembre de 2015 La Gaceta No.242. Poder Ejecutivo, Gobierno de Costa Rica
- Decreto No. 40306-S-MTSS de 2017 (con fuerza de ley). *Reforma Reglamento de Calderas*. 26 de abril de 2017. La Gaceta No. 90. Poder Ejecutivo, Gobierno de Costa Rica
- Franklin Finkowsky, E. B. (2014). *Organización de empresas* (4ta edición). McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/?il=361>
- Font, E. (2000). Gestión de la información en la utilización del proceso analítico jerárquico para la toma de decisiones de nuevos productos. *Revista de Anales de Documentación*, 1 (3), 55-66. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63500304>

- Galán, H. (2015). Planificación del mantenimiento de equipos médicos a través del ajuste de plantilla. *Revista Cubana de Ingeniería*, 6(3), 61-67.  
<https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/download/351/pdf/1181>
- Garralda, J. (1999). *La cadena de valor*. IE Business Publishing  
[https://www.academia.edu/4087174/Cadena\\_de\\_valor](https://www.academia.edu/4087174/Cadena_de_valor)
- Holguín, C. (2012). *Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la lógica y la conectividad*. Editorial Javeriano.  
[http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3451/Guia%20Metodologica\\_Infraestructura.pdf](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3451/Guia%20Metodologica_Infraestructura.pdf)
- Kanawaty, George (1996). Introducción al estudio del trabajo. Editorial Organización Internacional del Trabajo. <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introducción-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Ley 6727 de 1982, *Reforma al Código de Trabajo (Ley sobre Riesgos del Trabajo)*. 03 de marzo de 1982.
- Maldonado, Jose (2011). *Gestión por procesos*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.  
<https://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/1084.pdf>
- Miranda, C (1967). Ingeniería y mantenimiento hospitalarios. *PanAmerican Journal of Public Health*, 1(63), 25-55. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/12663>
- Mohs, E. (1974). *Tipo de hospital para Costa Rica*. Hospitales de Costa Rica. 1(3), 20-21.  
<https://www.binasss.sa.cr/revistas/hospitales/art5.pdf>
- Montoya A., Cesar A., Boyero S. y Martín R. (2016). El recurso humano como elemento fundamental para la gestión de calidad y la competitividad organizacional. *Revista Científica Visión de Futuro*, 20 (2), 1-20. <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357947335001.pdf>
- Moreno, J. y Escobar, T. (2000). El pesar en el proceso analítico jerárquico. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 14 (1), 95-115. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30114105>
- Morgan I. (17 de septiembre de 2020) *¿Cuáles son los principales KPI del sector de Mantenimiento?* DadaScope. <https://mydatascope.com/blog/es/cuales-son-los-principales-kpi-del-sector-de-mantenimiento/>
- Mosquera, G., Rivero, J., Salomón, J., Valhuerdi, C., Torres, A., Perdomo, M., y Ferro, R. (1995). *Disponibilidad y Confiabilidad de sistemas industriales* (pp. 52-86). Ediciones Universitarias
- MP software (30 de diciembre de 2019). *Diferencias entre el mantenimiento preventivo y correctivo*. <https://mpsoftware.com.mx/diferencias-entre-mantenimiento-preventivo-y-correctivo/>
- Nakajima, S. 1988, *TPM An Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press.

- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44816>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Guía de recursos para el proceso de adquisición*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44826>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44817>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44830>
- Ospina, R. (2006). La reingeniería de procesos: una herramienta gerencial para la innovación y mejora de la calidad en las organizaciones. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 2 (2), 91-99. <https://www.redalyc.org/pdf/4096/409634344006.pdf>
- Ovalles, J., Gisbert, V. y Pérez A. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*. 1-9. <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.1-9>
- Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Editorial piedra santa, Guatemala.
- Render, Barry (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Undécima edición. Pearson Educación. México
- Quiroz, L. (1980). *Reseña histórica del hospital Dr. Carlos Luis Valverde de San Ramón (25 años de su fundación)*. *Hospitales de Costa Rica*, 7(1), 3-6. <https://www.binasss.sa.cr/revistas/hcr/v7n11980/art2.pdf>
- Salas, V. (2011). Modelo de priorización de proyectos de inversión pública con enfoque multicriterio: caso Semapa. *Revista Perspectivas*, 14(28), 63-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941257004>
- Sen, D. y Aguilar, J. (4, 5 y 6 de junio de 2015). *Modificación del algoritmo de Fennigkoh y Smith para el cálculo de la frecuencia de mantenimiento preventivo en equipos médicos*. Memorias VI [Ponencia]. Congreso nacional de tecnología aplicada a ciencias de la salud. México 2015. [https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia\\_salud/2015/memorias/pdf/MyT2015\\_71\\_E.pdf](https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2015/memorias/pdf/MyT2015_71_E.pdf)
- Velasco, J. G. (1999). *La cadena de valor*. IE Business School. [https://www.academia.edu/4087174/Cadena\\_de\\_valor](https://www.academia.edu/4087174/Cadena_de_valor)

## **Acrónimos**

ANSI: American National Standards Institute.

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

CTA: Carga de trabajo anual.

DEI: Dirección de Equipamiento Institucional.

FRM: El funcionario responsable de coordinar y dirigir las actividades de mantenimiento.

GIT: Gerencia de infraestructura y tecnología.

HCLVV: Hospital Carlos Luis Valverde Vega.

I&M: Ingeniería y Mantenimiento.

OIT: Organización internacional del trabajo.

PAJ: Proceso analítico jerárquico.

SIGMI: Sistema de Gestión de Mantenimiento Institucional.

SOCO: Sistema de Operación Control y Mantenimiento.

SPCM: Sistema de planificación y control de operaciones de mantenimiento.





**Figura A. 3.1.**

Rutina de mantenimiento preventivo de equipo médico

 <b>CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL</b> <b>DIRECCIÓN EQUIPAMIENTO INSTITUCIONAL</b> <b>ÁREA GESTIÓN TECNOLÓGICA</b> <b>RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>MEZCLADOR Y HOMOGENEIZADOR DE SANGRE</b>		
<b>Fecha elaboración:</b> Dic 2020	<b>Fecha actualización:</b> NA	<b>Periodicidad:</b> Semestral
<b>Código:</b> 7-15-03-0440	<b>Código SM:</b> 0-03-20-0527	<b>Código RA:</b> 8-48-30-0953
<b>Centro Médico:</b>		<b>Servicio:</b>
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>
<b>Activo:</b>		<b>No. Serie:</b>
Nº	Actividades	OK
1.	Efectúe una inspección visual de las instalaciones donde se ubica el equipo e indique si las condiciones ambientales en las que se encuentra son aceptables para su operación; debe estar en un lugar bien ventilado, libre de polvo, temperatura adecuada y el sistema eléctrico de las instalaciones sea el apropiado	
2.	Inspeccione con detalle el aspecto físico general del equipo y sus componentes. El mismo debe estar limpio, sin ralladuras, quebraduras, abolladuras, herrumbre, entre otros.	
3.	Efectúe limpieza del equipo de acuerdo con las indicaciones y productos sugeridos por el fabricante.	
4.	Revise el sistema eléctrico del equipo y sus accesorios: cable de alimentación, enchufe, tomacorriente, fusibles, etc.	
5.	Revise Interruptores	
6.	Revise que el display análogo o digital (si aplica) se encuentre en buen estado	
7.	Verifique que el motor funciona correctamente y lubrique en caso de ser necesario	
8.	Revise potenciómetros (perillas), verifique que los mismos se encuentren en buen estado (si aplica)	
9.	Revise batería recargable. (si aplica)	
10.	Revise temporizador	
11.	Revise alarmas	
12.	Revise que el equipo ejecute los movimientos para realizar la mezcla y homogenizar la muestra de sangre	
13.	Revise que el sistema de movimiento de la plataforma se encuentre lubricada para proporcionar que la mezcla y homogenización se realice de manera silenciosa	
14.	Revise la alfombra de goma de alta calidad se encuentre en buen estado. (si aplica)	
<b>Observaciones:</b>		

*Nota.* Obtenido del *Catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico.* CCSS (2020)

**Anexo 4.** Catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico

**Figura A. 4.1.**

*Catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico*



*Nota.* Obtenido del *Catálogo de rutinas de mantenimiento preventivo para equipo médico.* CCSS (2020)

**Anexo 5.** Tabla de tolerancias típicas

**Figura A. 5.1.**

*Tabla de tolerancias típicas*



Dirección Mantenimiento Institucional  
GIT-I-GR-110, Guía para la elaboración del Programa de Mantenimiento del  
Recurso Físico en las Unidades de la Caja Costarricense de Seguro Social

<b>Tabla de Tolerancias Típicas</b>		
<b>1.- Suplementos Constantes</b>		
	Hombres	Mujeres
Suplementos por Necesidades Personales	5	7
Suplemento Base por fatiga	4	4
<b>2.- Suplementos Variables</b>		
A Suplementos por trabajar de pie	2	4
B Suplementos por postura anormal		
Ligeramente incómoda....	0	1
Incómoda (inclinado).....	2	3
Muy incómoda (echado, estirado) .....	7	7
C		
Uso de la Fuerza o energía muscular (halar, levantar, empujar) (Peso levantado en Kilos)		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10
20	9	13
22.5	11	16
25	13	20(máx)

**Figura A. 5.1.***Tabla de tolerancias típicas (continuación)*

<b>Tabla de Tolerancias Típicas</b>		
2.- Suplementos Variables	Hombre	Mujer
<b>D Mala Iluminación</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<b>E Concentración Intensa</b>		
Trabajos de cierta precisión	0	1
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2

<b>Tabla de Tolerancias Típicas</b>		
2.- Suplementos Variables	Hombre	Mujer
<b>G Ruido</b>		
Intermitente y muy fuerte		
Estridente fuerte	5	5
<b>H Tension Mental</b>		
Proceso bastante complejo	0	0
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejos	8	8
<b>I Monotonía</b>		
Trabajo algo monótono	0	1
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
<b>J Tedio</b>		
Trabajo algo Aburrido	0	0
Trabajo Aburrido	2	1
Trabajo muy Aburrido	5	2

*Nota.* Obtenido de la *Guía para la elaboración del programa de mantenimiento del recurso físico en las unidades de la CCSS.* CCSS (2015)

## Anexo 6. Interfaz del sistema SOCO

**Figura A. 5.1.**

*Interfaz del sistema SOCO*

*Nota.* Obtenido de *Sistema de operación, control y mantenimiento*. CCSS (2015)

## Anexo 7. Diseño actual del programa de mantenimiento

**Figura A. 7.1.**

*Diseño actual del programa de mantenimiento*

2021-2022							
PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AIRES ACONDICIONADO - HOSPITAL DR. CARLOS LUIS VALVERDE VEGA							
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE		
	MAR-9 Y MIER-10	MAR-16 Y MIER17	MAR-23 Y MIER-24	MAR-30 Y DIC 1	MAR-7 Y MIER-8	MAR-21 Y MIER-22	MAR-28 Y MIER 29
SERVICIOS GENERALES, TRABAJO SOCIAL, ENFERMERIA, CGI	F- 01 025	F- 01 026	F-01 001	F- 01 001			
	F- 01 025	F- 01 027	F- 01 001	F- 01 001			
	F- 01 026	F- 01 027	F- 01 001	F- 01 015	F- 01 023		
		F- 01 028	F- 01 001	F- 01 015	F- 01 023		
GINECOLOGIA, ORL Y RR-HH					I-01 009	I-01 008	
					I-01 009	I-01 018	
						I-01 001	
						I-01 002	I-01 007
DIRECCION Y ADMINISTRACION							J-00-020
							J-00-016
							J-00-015

*Nota.* Obtenido de la *Plan de Gestión de Mantenimiento del Hospital Dr. C.L.V.V.* CCSS (2019)

**Anexo 8. Informe de labores mensual mantenimiento preventivo**

**Tabla A. 8.1.**

*Informe de labores mensual mantenimiento preventivo*

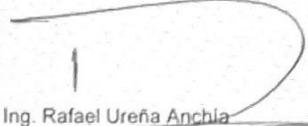
Servicio Solicitante		A R E A D E A T E N C I O N									
		Total		Hospitalización		Consulta Espec.		Urgencias		Otros	
orden	horas	orden	horas	orden	horas	orden	horas	orden	horas	orden	horas
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10		
<b>Total</b>		<b>107</b>	<b>1749</b>	<b>107</b>	<b>1749</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
MEDICINA	001	8	85	8	85	7	19	10	17		
CIRUGIA	002	4	8	4	8						
GINECOLOGIA	003	1	3	1	3						
OBSTETRICIA	004	4	48	4	48						
PEDIATRIA	005	8	24	8	24						
CUID. INTENS.	006	0	0	0	0						
LABOR CLINICO	007	2	13	2	13						
FISIOTERAPIA	008	2	6	2	6						
BANCO SANGRE	009	0	0	0	0						
ENFERMERIA	010	2	8	2	8						
E K G	011	0	0	0	0						
QUIROFANO	012	11	1100	11	1100						
RAYOS X	013	0	0	0	0						
FARMACIA	014	4	48	4	48						
NUTRICION	015	4	18	4	18						
LAVANDERIA	016	11	22	11	22						
SERV. VAPOR	017	0	0	0	0						
MANTENIMIENTO	018	7	40	7	40						
TRABAJO SOCIAL	019	1	4	1	4						
SALA PARTOS	020	0	0	0	0						
ADMINISTRACION	029	21	286	21	286						
R E M E S	030	0	0	0	0						

**Servicio de Mantenimiento  
Informe de labores**

Códigos		
CUADRO	6	4
1	4	1
0	4	8

Mes : JUNIO Año : 2022

CENSO DE RECURSOS HUMANOS			
Tipo de personal	Número de funcionarios	Horas contratadas	Horas utilizadas
<b>Totales</b>	<b>24</b>	<b>4656</b>	<b>3495</b>
Técnico calificado	1	194	194
Administrativos	8	1552	1552
Apoyo General	15	2910	1,749

  
 Ing. Rafael Ureña Anchia  
 Jefe a.i Servicio de Mantenimiento.



c. Msc. Rodolfo Morera Herrera, Director Administrativo Financiero  
 Lic. Hugo Conejo Jiménez. Jefe de Redes.  
 Licda. Margarita Suárez González. Encargada Costos Hospitalarios  
 Archivo

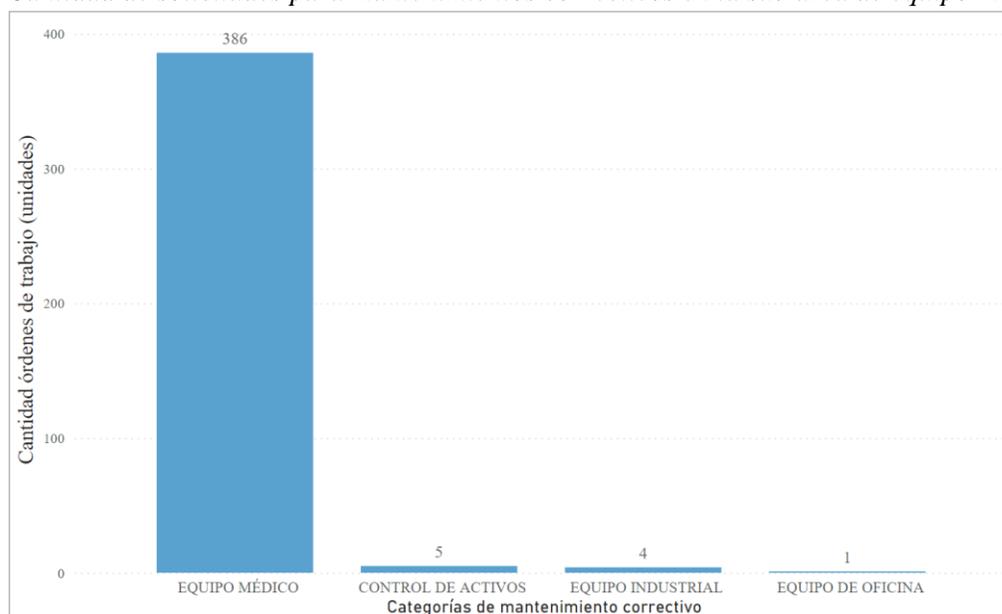
*Nota. Obtenido del Informe de labores mensual del servicio de mantenimiento del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2022)*

## Apéndices

### Apéndice 1. Análisis de costos y órdenes de trabajo por sub área

**Figura A 1.1**

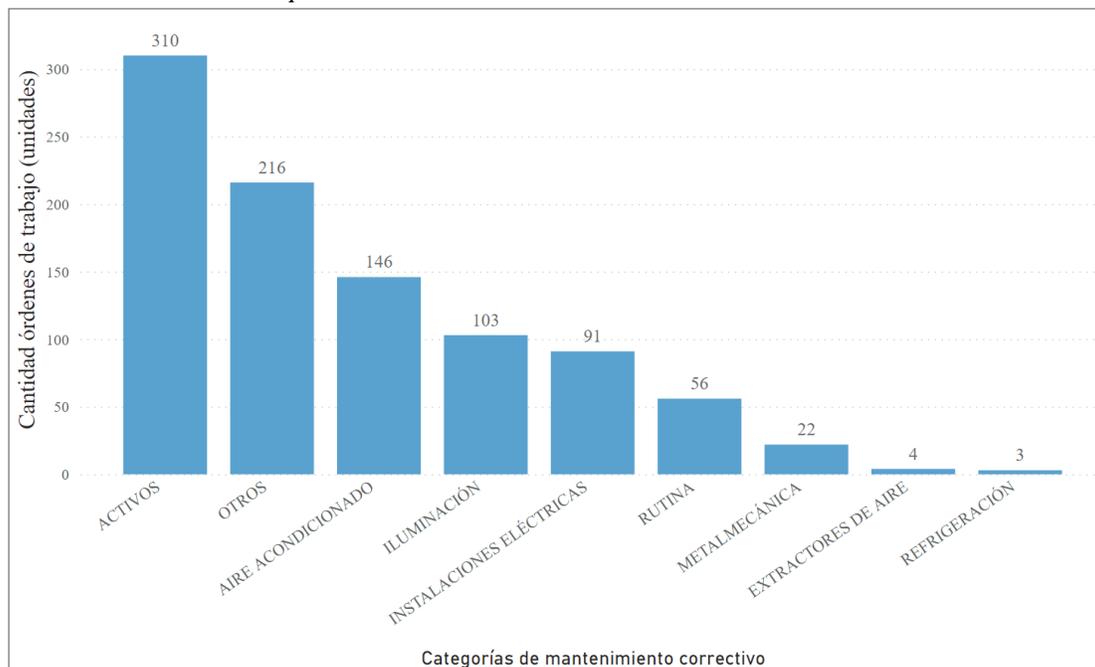
*Cantidad de solicitudes para mantenimientos correctivos en la sub área de equipo médico*



*Nota:* Los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

**Figura A 1.2**

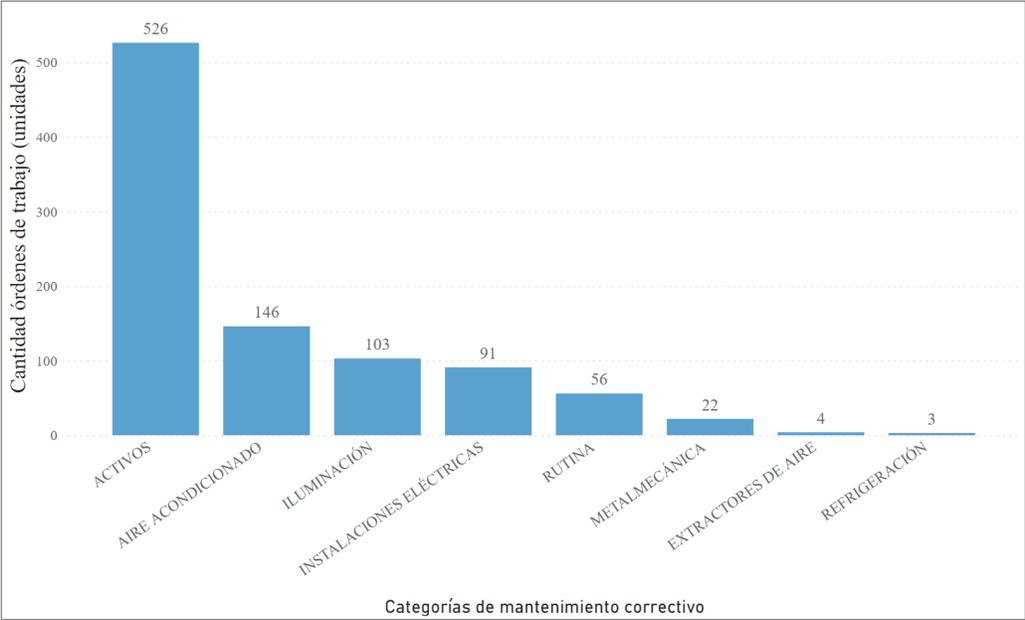
*Cantidad de solicitudes para mantenimientos correctivos en obra civil*



*Nota:* Los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

**Figura A 1.3**

*Cantidad de solicitudes para mantenimientos correctivos en electromecánica*



Nota: Los datos son proporcionados por el SOCO (CCSS, 2021).

## Apéndice 2. Fichas de proceso y diagramas de flujo

**Tabla A 2.1**

*Ficha del proceso de mantenimiento correctivo*

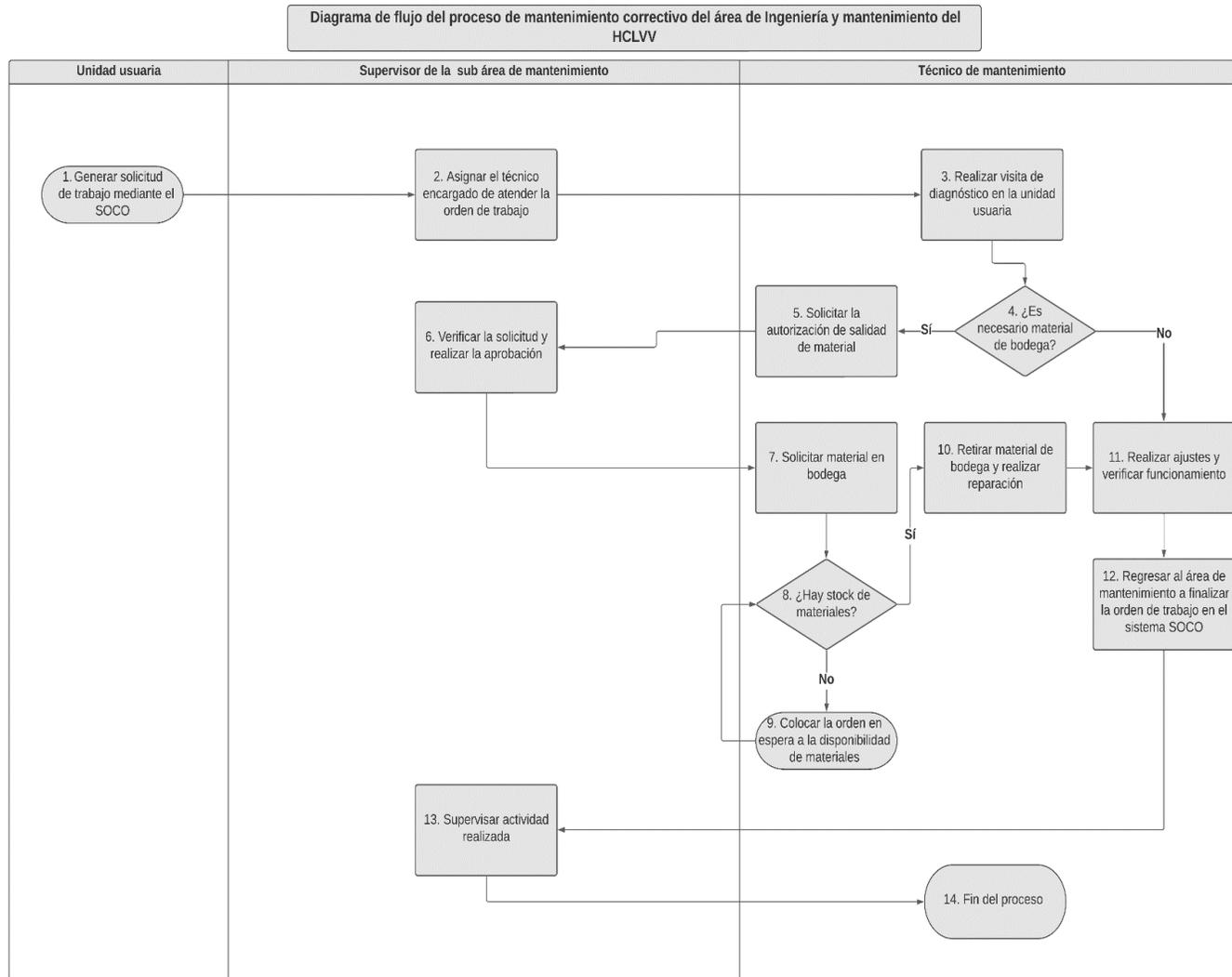
Logo de la empresa	Ficha de proceso	Hoja 1 de 1
	Proceso: Mantenimiento correctivo Código:	Edición: 1 Fecha: 20/04/2021

Objetivo y alcance del proceso		
1. Disminuir los tiempos de paro (falla de funcionamiento) en los equipos del hospital. 2. Infraestructura, equipo médico e industrial de las unidades usuarias de la institución.		
Entradas		Salidas
1. Solicitud de trabajo por medio del sistema SOCO		1. Servicio brindado / Solicitud finalizada y aprobada
Partes interesadas		Recursos asociados
Unidades usuarias		RRHH Económicos / Repuestos
Responsabilidades		
1. Supervisor de mantenimiento supervisar la ejecución de los mantenimientos realizados. 2. Unidad usuaria evaluar la calidad del servicio brindado.		
Diagrama de flujo		
1. Diagrama anexo		
Gestión y control del proceso		
1. Sistema SOCO 2. Supervisor de Sub área		
Información documentada que se genera durante el proceso.		
1. Solicitud de orden de trabajo con numero de orden, tiempo de ejecución, materiales utilizados.		
Responsables		
Elaborado por: Estudiantes: Emanuel Porras y Joshuan López Fecha: 20/04/2021	Supervisado por: Ing. Paula Ramírez Fecha:20/04/2021	Aprobado por: Ing. Rolando Carvajal Montes Fecha:26/04/2021

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Figura A 2.1**

*Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento correctivo*



*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

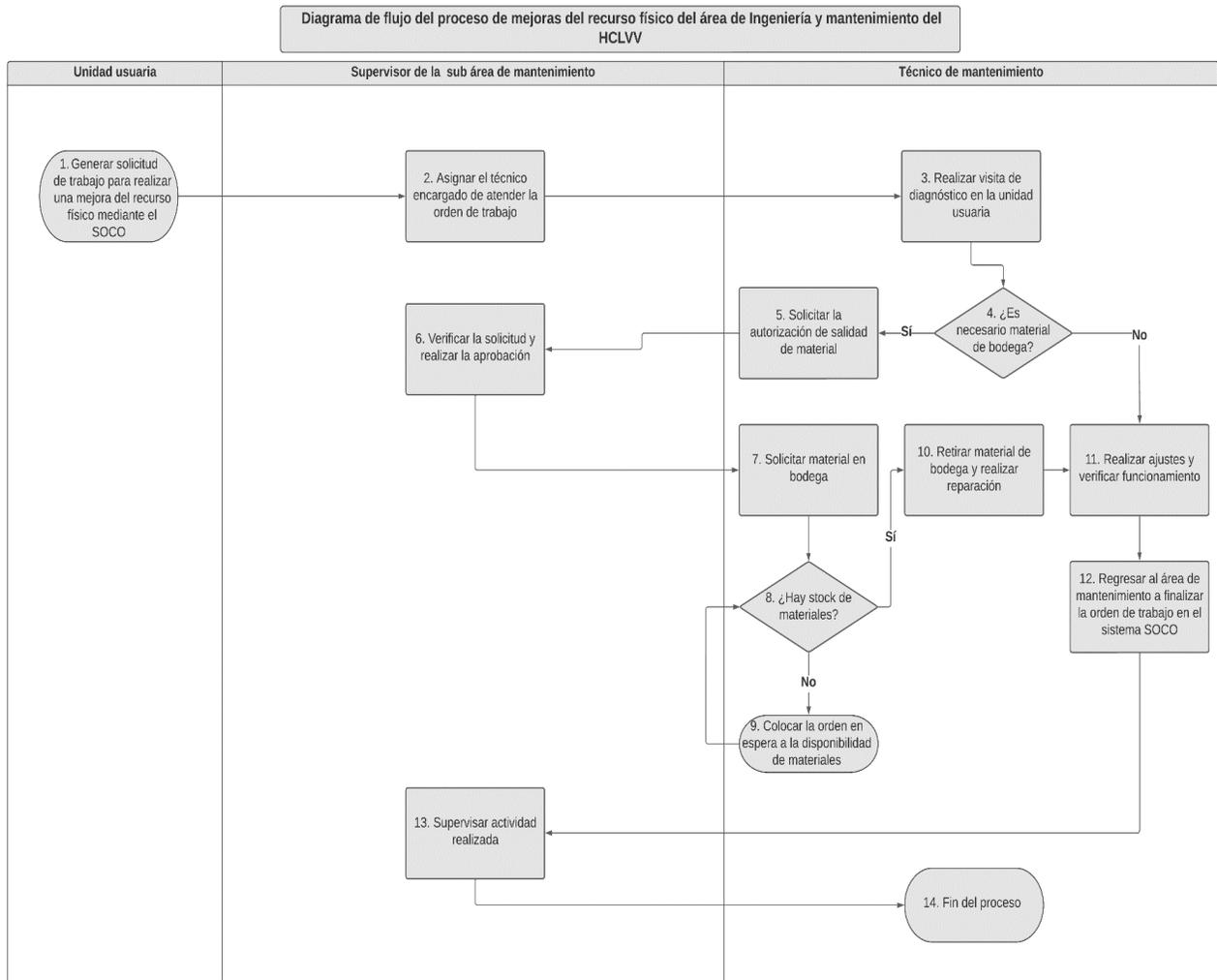
**Tabla A 2.2***Ficha del proceso de mejoras de recurso físico*

Logo de la empresa	Ficha de proceso	Hoja 1 de 1
	Proceso: Mejoras de recurso físico Código:	Edición: 1 Fecha: 20/04/2021

Objetivo y alcance del proceso		
1. Realizar los cambios necesarios acorde al crecimiento y las necesidades de modificación de las unidades usuarias en infraestructura, equipo médico e industrial. 2. Realizar modificaciones que no afecten el funcionamiento del área y que no incumplan los reglamentos establecidos por CCSS.		
Entradas		Salidas
1. Solicitud de trabajo por medio del sistema SOCO.		1. Servicio brindado / Solicitud finalizada y aprobada.
Partes interesadas		Recursos asociados
Unidades usuarias		RRHH Económicos / Repuestos
Responsabilidades		
1. Supervisor de mantenimiento supervisar la ejecución de los mantenimientos realizados. 2. Unidad usuaria evaluar la calidad del servicio brindado.		
Diagrama de flujo		
1. Diagrama anexo		
Gestión y control del proceso		
1. Sistema SOCO 2. Supervisor de Sub área		
Información documentada que se genera durante el proceso.		
1. Solicitud de orden de trabajo con numero de orden, tiempo de ejecución, materiales utilizados.		
Responsables		
Elaborado por: Estudiantes: Emanuel Porras y Joshuan López Fecha: 20/04/2021	Supervisado por: Ing. Paula Ramírez Fecha:20/04/2021	Aprobado por: Ing. Rolando Carvajal Montes Fecha:26/04/2021

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Figura A 2.2**  
*Diagrama de flujo del proceso de mejoras del recurso físico*



*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 2.3***Ficha del proceso de mantenimiento preventivo*

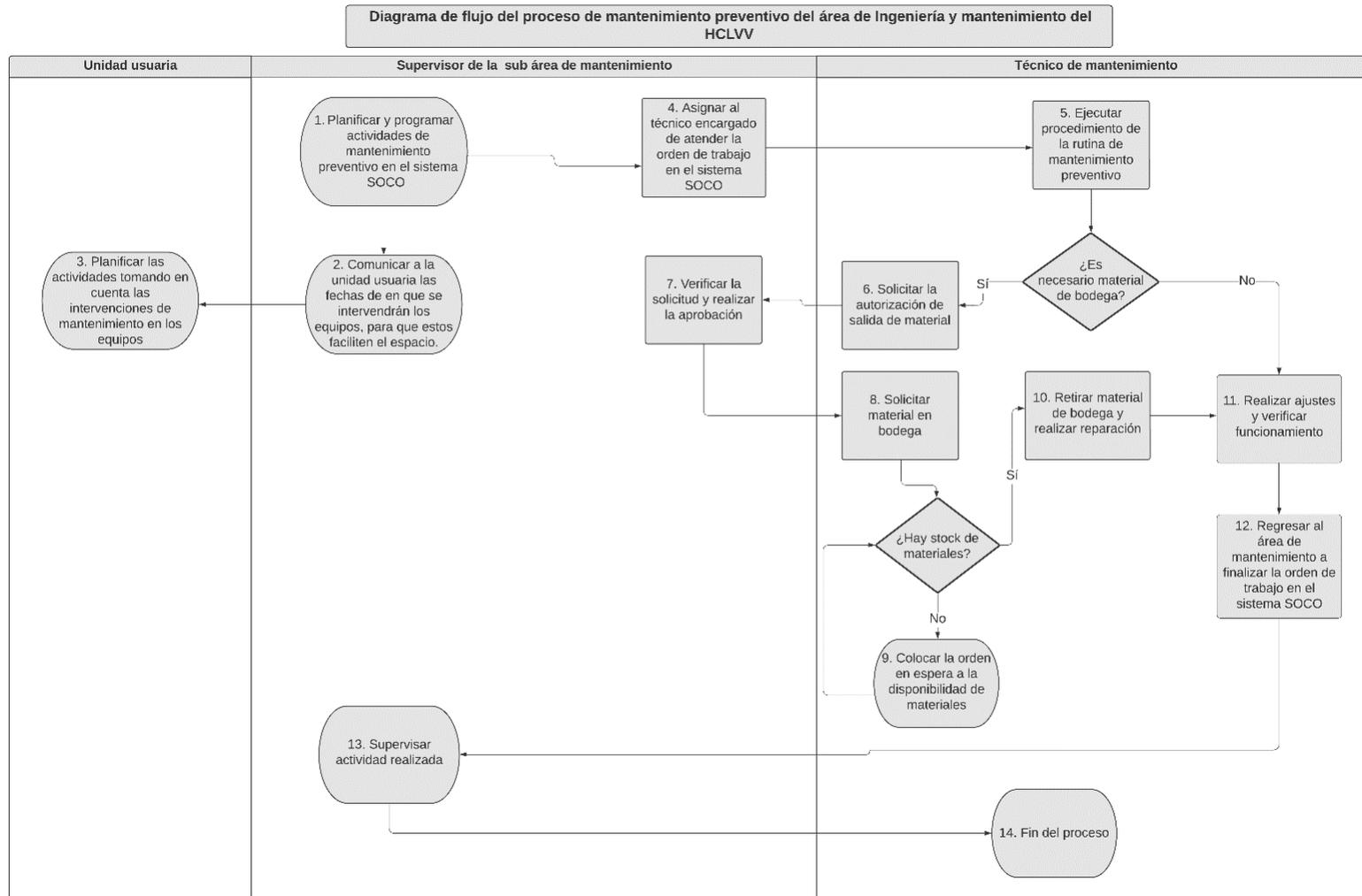
Logo de la empresa	Ficha de proceso	Hoja 1 de 1
	Proceso: Proceso de mantenimiento preventivo Código:	Edición: 1 Fecha: 20/04/2021

Objetivo y alcance del proceso		
1. Preservar y prolongar la vida útil de la infraestructura física y el equipo médico e industrial. 2. Brindar mantenimiento a los equipos de mayor criticidad hasta abarcar lo de menor en orden A, B, C.		
Entradas		Salidas
1. Creación de una orden de trabajo		1. Servicio brindado / orden finalizada y aprobada
Partes interesadas		Recursos asociados
1. Unidades usuarias 2. Departamentos de supervisión		RRHH Económicos / Repuestos
Responsabilidades		
1. Supervisor de mantenimiento planificar, ejecutar y supervisar los mantenimientos a realizar.		
Diagrama de flujo		
1. Diagrama anexo.		
Gestión y control del proceso		
1. Sistema SOCO. 2. Supervisor de sub área.		
Información documentada que se genera durante el proceso		
1. Solicitud de orden de trabajo con número de orden, tiempo de ejecución, materiales utilizados.		
Responsables		
Elaborado por: Estudiantes: Emanuel Porras y Joshuan López Fecha: 20/04/2021	Supervisado por: Ing. Paula Ramírez Fecha: 20/04/2021	Aprobado por: Ing. Rolando Carvajal Montes Fecha: 26/04/2021

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Figura A 2.3**

*Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo*



*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

## Apéndice 3. Entrevistas

### Figura A 3.1

*Entrevista estructurada para supervisores de mantenimiento.*

## Estrategias de mantenimiento

El presente formulario de preguntas de respuesta breve trata sobre las estrategias que utiliza usted como supervisor de cada una las sub áreas de mantenimiento, por favor responder a todas las preguntas solicitadas.

Como puede ver dentro de las preguntas no se requiere su nombre puesto que el fin de la entrevista es obtener información sobre las estrategias de planificación del Área de ingeniería y mantenimiento.

**\*Obligatorio**

1. Existe una estrategia de planificación de uso obligatorio emitida por la CCSS, si la hay ¿La utiliza? \*

---

2. Que herramientas y estrategias utiliza para planificar y suplir las necesidades de mantenimiento de los equipos a cargo de la sub área \*

---

3. Dado a que el área de ingeniería y mantenimiento se maneja mediante presupuestos ¿Cómo comprar repuestos? ¿Cuál criterio utilizan? \*

---

4. ¿La cantidad de repuestos comprados para brindar mantenimiento son suficientes o deben comprar por cajas chicas los restantes? \*

---

5. ¿Los cronogramas de mantenimiento, ¿se utilizan? sino se utilizan indique algunas causas del porque? Falta de personal, excesiva cantidad de ordenes correctivas son ejemplo de respuesta. \*

---

6. ¿Cree usted que la estrategia de mantenimiento actual, impacta en la eficiencia de su área y de que manera? \*

---

7. Otras consideraciones que impactan en su área y que requieren de atención \*

---

*Nota:* Elaboración propia, diseño realizado en Google Forms (CCSS, 2021).

## Figura A 3.2

### Formulario de cliente interno

# Formulario del Cliente Interno

El presente formulario tiene como objetivo identificar los requerimientos de las diferentes unidades usuarias al momento de realizar una solicitud de mantenimiento.

\*Obligatorio

1. ¿Qué espera de ejecución del servicio de mantenimiento solicitado? \*

---

2. ¿Cuáles son las principales necesidades como usuario del departamento de I&M? \*

---

3. ¿Qué requisitos debe de cumplir un usuario de la bodega? \*

---

4. ¿El departamento de I&M cumple las expectativas del servicio? \*

Marca solo un óvalo.

- Insuficiente  
 Regular  
 Suficiente  
 Supera lo esperado

5. ¿Cuál es la importancia del servicio brindado por I&M para la unidad usuaria? \*

---

6. ¿Cómo impacta el servicio de I&M en el funcionamiento y actividades de la unidad usuaria? \*

---

7. ¿Qué oportunidades de mejora percibe en el proceso de I&M? \*

---

8. ¿Qué papel tiene el tiempo de mantenimiento en el servicio recibido? \*

---

Nota: Elaboración propia, diseño realizado en Google Forms (CCSS, 2021).

## Apéndice 4. Indicador de mantenimiento

**Figura A 4.1**

### Índices de mantenimiento preventivo

Identificación del indicador			
Nombre del indicador:		Índice de mantenimiento preventivo	
Elemento a medir:	Relación de mantenimiento preventivo en comparación con otras actividades de mantenimiento que realice el establecimiento, en un periodo de tiempo.	Responsable:	Unidades de ingeniería y mantenimiento
Descripción del indicador (identificar la variable):	Índice de mantenimiento preventivo		
Tipo de indicador:	ÁMBITO <i>Proceso</i>	DIMENSIÓN <i>Eficacia</i>	Nivel de gestión <i>Operativo</i>
Información operacional			
Fórmula del indicador:	$IMP = \frac{Hmp}{Ht} \times 100\%$ <p><b>IMP:</b> índice de mantenimiento preventivo  <b>Hmp:</b> horas dedicadas a mantenimiento preventivo.  <b>Ht:</b> horas totales dedicadas a labores de mantenimiento</p>	Fuente de información:	<p>El indicador debe ser generado por medio de la unidad de ingeniería y mantenimiento, con el sistema de información que para esto el Nivel Central disponga.</p>
		Tendencia:	Aumentar
Línea base:	A definir por cada establecimiento con asesoría y validación del nivel central	Periodicidad de medición:	A definir por cada establecimiento con asesoría y validación del nivel central
Parámetro de medición o comparativo	Muy bueno: valor >70% , Bueno: valor <70%, >50%, Regular: <50%, >45%, Malo: <45% Con una meta del 70% en un plazo de cinco años.		
Notas:			
* Es importante tomar en consideración que previo a la medición del indicador, las unidades de ingeniería y mantenimiento deben realizar una clasificación de las diferentes tareas que realizan en dicha unidad. Con el objetivo de no comparar las actividades de mantenimiento con otro tipo de actividades como: Inversión, operación, mejoras el recurso físico u otras.			

*Nota.* Obtenido de la guía de identificación de indicadores del sistema de gestión de mantenimiento institucional (2017), CCSS.

**Apéndice 5.** Cálculo del porcentaje de mantenimiento preventivo por sub área

**Tabla A 5.1**

*Distribución de la clasificación de horas mensual Equipo Industrial*

Mes	Sub área	Sub Área de Equipo médico y Equipo Industrial						Total Horas
		Correctivo		Mejora		Preventivo		
		Horas	%	Horas	%	Horas	%	
enero		273	39%	371	53%	53	8%	697
febrero		169	40%	156	37%	99	23%	424
marzo		156	44%	142	40%	59	17%	357
abril		225	42%	278	52%	33	6%	536
mayo		181	42%	138	32%	109	25%	427
junio		264	49%	141	26%	134	25%	540
julio		357	57%	205	33%	66	10%	628
agosto		293	57%	173	33%	52	10%	518
septiembre		158	57%	78	28%	40	14%	276
octubre		137	45%	101	33%	66	22%	303
noviembre		238	53%	124	28%	86	19%	447
diciembre		451	52%	217	25%	204	23%	872
<b>Total general</b>		<b>2 901</b>	<b>48%</b>	<b>2 123</b>	<b>35%</b>	<b>999</b>	<b>17%</b>	<b>6 024</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 5.2**

*Distribución de la clasificación de horas mensual Equipo Médico*

Mes	Sub área	Sub Área de Equipo Médico						Total Horas
		Correctivo		Mejora		Preventivo		
		Horas	%	Horas	%	Horas	%	
enero		78	43%	7	4%	95	53%	180
febrero		65	26%	17	7%	164	67%	246
marzo		86	39%	23	10%	110	50%	219
abril		62	34%	22	12%	99	54%	183
mayo		80	17%	4	1%	398	83%	482
junio		97	32%	12	4%	194	64%	303
julio		121	41%	2	1%	175	59%	297
agosto		109	31%	3	1%	243	69%	355
septiembre		142	57%	18	7%	91	36%	250
octubre		65	36%	6	3%	112	61%	183
noviembre		76	50%	8	5%	68	45%	152
diciembre		55	45%	7	5%	60	49%	121
<b>Total general</b>		<b>1 034</b>	<b>35%</b>	<b>128</b>	<b>4%</b>	<b>1 809</b>	<b>61%</b>	<b>2971</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 5.3***Distribución de la clasificación de horas mensual de obra civil*

Mes	Sub Área de Obra Civil						
	Correctivo		Mejora		Preventivo		Total Horas
	Horas	%	Horas	%	Horas	%	
enero	334	29%	757	67%	46	4%	1 137
febrero	259	25%	732	72%	27	3%	1 019
marzo	285	15%	1 532	83%	25	1%	1 841
abril	235	28%	585	70%	14	2%	833
mayo	376	33%	728	64%	31	3%	1 135
junio	657	43%	798	52%	67	4%	1 521
julio	199	16%	929	76%	101	8%	1 228
agosto	261	24%	807	74%	22	2%	1 090
septiembre	621	37%	946	56%	118	7%	1 684
octubre	438	24%	1 254	70%	99	6%	1 791
noviembre	410	33%	782	63%	44	4%	1 235
diciembre	272	19%	1 097	77%	59	4%	1 427
<b>Total general</b>	<b>4 346</b>	<b>27%</b>	<b>10 947</b>	<b>69%</b>	<b>651</b>	<b>4%</b>	<b>15 943</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 5.4***Distribución de la clasificación de órdenes mensual Equipo Industrial*

Mes	Sub Área de Equipo médico y Equipo Industrial						
	Correctivo		Mejora		Preventivo		Total Órdenes
	Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	
enero	75	39%	65	53%	13	8%	153
febrero	73	40%	30	37%	70	23%	173
marzo	78	44%	33	40%	12	17%	123
abril	110	42%	53	52%	11	6%	174
mayo	77	42%	29	32%	43	25%	149
junio	64	49%	30	26%	21	25%	115
julio	83	57%	32	33%	15	10%	130
agosto	64	57%	27	33%	14	10%	105
septiembre	50	57%	17	28%	17	14%	84
octubre	57	45%	31	33%	12	22%	100
noviembre	91	53%	32	28%	8	19%	131
diciembre	129	52%	51	25%	68	23%	248
<b>Total general</b>	<b>951</b>	<b>48%</b>	<b>430</b>	<b>35%</b>	<b>304</b>	<b>17%</b>	<b>1 685</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 5. 5***Distribución de la clasificación de órdenes mensual equipo médico*

Mes	Sub área	Sub Área de Equipo Médico						Total Órdenes
		Correctivo		Mejora		Preventivo		
		Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	
enero		27	43%	2	4%	53	53%	82
febrero		23	26%	10	7%	121	67%	154
marzo		35	39%	9	10%	64	50%	108
abril		29	34%	6	12%	81	54%	116
mayo		34	17%	1	1%	323	83%	358
junio		32	32%	3	4%	143	64%	178
julio		39	41%	2	1%	153	59%	194
agosto		34	31%	1	1%	140	69%	175
septiembre		48	57%	1	7%	57	36%	106
octubre		28	36%	3	3%	87	61%	118
noviembre		38	50%	3	5%	43	45%	84
diciembre		29	45%	5	5%	31	49%	65
<b>Total general</b>		<b>396</b>	<b>35%</b>	<b>46</b>	<b>4%</b>	<b>1 296</b>	<b>61%</b>	<b>1 738</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 5. 6***Distribución de la clasificación de órdenes mensual obra civil*

Mes	Sub área	Sub Área de Obra Civil						Total Órdenes
		Correctivo		Mejora		Preventivo		
		Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	Cant. Ord.	%	
enero		146	29%	174	67%	13	4%	333
febrero		98	25%	175	72%	5	3%	278
marzo		129	15%	206	83%	4	1%	339
abril		110	28%	151	70%	5	2%	266
mayo		141	33%	178	64%	31	3%	350
junio		162	43%	192	52%	35	4%	389
julio		112	16%	221	76%	28	8%	361
agosto		108	24%	165	74%	25	2%	298
septiembre		152	37%	178	56%	22	7%	352
octubre		141	24%	257	70%	18	6%	416
noviembre		155	33%	141	63%	19	4%	315
diciembre		99	19%	196	77%	31	4%	326
<b>Total general</b>		<b>1 553</b>	<b>27%</b>	<b>2 234</b>	<b>69%</b>	<b>236</b>	<b>4%</b>	<b>4 023</b>

*Nota:* Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

## Apéndice 6. Cálculo del tiempo total para mantenimiento por sub área

### Tabla A 6.1

Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo equipo médico parte 1

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo medico	AGITADOR DE TUBOS	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	AGITADOR VOTREX	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	ANALIZADOR DE CUAGULACION	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	ANALIZADOR DE DESFIBRILADORES	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	ANALIZADOR DE MONOXIDO DE CARBONO	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	ANALIZADOR SATURACION OXIGENO	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo medico	ASPIRADOR DE FLEMAS	UN	8	3M		2		2 x 4 x 8 = 64		32	0	64
Equipo medico	ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA	UN	21	3M		2		2 x 4 x 21 = 168		84	0	168
Equipo medico	ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA	UN	10	3M		3		3 x 4 x 10 = 120		60	0	120
Equipo medico	AUDIOMETRO DIGITAL	UN	1	6M		1.5		1.5 x 2 x 1 = 3		1.5	0	3
Equipo medico	AUTO CLAVE DE VAPOR (CÁMARA HORIZON	UN	2	3M		2		2 x 4 x 2 = 16		8	0	16
Equipo medico	AUTO CLAVE PARA FÓRMULAS LÁCTEAS	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	AUTOCLAVE DE FORMALDEHÍDO	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	AUTOCLAVE DE MESA	UN	2	4M		2		2 x 3 x 2 = 12		6	0	12
Equipo medico	AUTOQUERATORREFRACTOMETRO	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	BALANZA ANALÍTICA	UN	6	3M		1		1 x 4 x 6 = 24		12	0	24
Equipo medico	BALANZA CON TALLIMETRO	UN	13	3M		1		1 x 4 x 13 = 52		26	0	52
Equipo medico	BALANZA DIGITAL	UN	12	6M		1		1 x 2 x 12 = 24		12	0	24
Equipo medico	BALANZA PEDIATRICA DIGITAL	UN	7	3M		1.5		1.5 x 4 x 7 = 42		21	0	42
Equipo medico	BANDA TRANSPORTADORA DE PACIENTES	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	BILIRRUBINOMETRO	UN	3	3M		1.5		1.5 x 4 x 3 = 18		9	0	18
Equipo medico	BOMBA DE INFUSION DE JERINGA	UN	3	6M		1.5		1.5 x 2 x 3 = 9		4.5	0	9
Equipo medico	CALENTADOR DE SUEROS O FLUIDOS	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	CAMA ARCO C ESPECIAL DE OPERACIONES	UN	1	3M	3M	1	10	1 x 4 x 1 = 4	10 x 1 x 4 = 40	2	20	24
Equipo medico	CAMA DE HOSPITAL	UN	15	6M		1.5		1.5 x 2 x 15 = 45		22.5	0	45
Equipo medico	CAMA DE PARTOS	UN	6	6M		2		2 x 2 x 6 = 24		12	0	24
Equipo medico	CAMA ELÉCTRICA HOSPITALARIA	UN	17	6M		1.5		1.5 x 2 x 17 = 51		25.5	0	51
Equipo medico	CAMA MECÁNICA HOSPITALARIA (MÚLTIPLE	UN	115	6M		2		2 x 2 x 115 = 460		230	0	460
Equipo medico	CAMA PARA PROCTOLOGIA	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	CAMARA DE FLUJO LAMINAR	UN	1	3M	3M	2	20	2 x 4 x 1 = 8	20 x 1 x 4 = 80	4	40	48
Equipo medico	CAMARA DE FLUJO LAMINAR	UN	2	3M		2		2 x 4 x 2 = 16		8	0	16
Equipo medico	CAMILLA DE EXPLORACION GINECOLOGICA	UN	8	6M		1		1 x 2 x 8 = 16		8	0	16
Equipo medico	CAMILLA DE RECUPERACION	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	CAMILLA ELECTRICA	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	CAMILLA FIJA P/INYECTABLES	UN	21	3M		1.5		1.5 x 4 x 21 = 126		63	0	126
Equipo medico	CAMILLA P/TRANSP PACIENTES	UN	31	3M		1.5		1.5 x 4 x 31 = 186		93	0	186
Equipo medico	CAMILLA PARA ECOCARDIOGRAFIA	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	CAMILLA SCOOP STRETCHER	UN	3	3M		1.5		1.5 x 4 x 3 = 18		9	0	18
Equipo medico	CAMILLA TELESCOPICA	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	12
Equipo medico	CAPNOMETRO MR	UN	4	3M		1		1 x 4 x 4 = 16		8	0	16
Equipo medico	CARGADOR TALADRO DE ORTOPIEDIA	UN	2	6M		3		3 x 2 x 2 = 12		6	0	12
Equipo medico	CARRO P/PAROS CARDIACOS	UN	9	3M		1		1 x 4 x 9 = 36		18	0	36
Equipo medico	CATRE ORTOPEDICO	UN	3	1A		1		1 x 1 x 3 = 3		1.5	0	3
Equipo medico	CENTRAL DE MONITOREO	UN	3	3M	3M	4	25	4 x 4 x 3 = 48	25 x 3 x 4 = 300	24	150	198
Equipo medico	CENTRAL DE MONITOREO	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	CENTRAL DE MONITOREO CUIDADO CRITIC(U	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	CENTRÍFUGA DE MESA (VENTILADA / REFRIGUN	UN	1	1A		2		2 x 1 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	CENTRÍFUGA DE MESA (VENTILADA / REFRIGUN	UN	7	1A		5		5 x 1 x 7 = 35		17.5	0	35
Equipo medico	CENTRÍFUGA DE MESA (VENTILADA / REFRIGUN	UN	1	3M	3M	3	5	3 x 4 x 1 = 12	5 x 1 x 4 = 20	6	10	22
Equipo medico	CISTOSCOPIO FLEXIBLE	UN	1	3M				x 4 x 1 = 0		0	0	0
Equipo medico	COLONOFIBROSCOPIO	UN	3	6M		1		1 x 2 x 3 = 6		3	0	6
Equipo medico	COLONOSCOPIO	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	COLPOSCOPIO	UN	3	6M		1		1 x 2 x 3 = 6		3	0	6
Equipo medico	CONTADOR DE CELULAS DIGITAL	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo medico	CUNA PARA LACTANTES	UN	4	3M		2		2 x 4 x 4 = 32		16	0	32
Equipo medico	CUNA PARA LACTANTES	UN	1	4M		1		1 x 3 x 1 = 3		1.5	0	3
Equipo medico	CUNA PARA NEONATOS	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	DENSITOMETRO DIGITAL	UN	3	3M				x 4 x 3 = 0		0	0	0
Equipo medico	DERMATOSCOPIO MANUAL	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	DEFIBRILADOR	UN	1	6M	2M	3.5	3.333333333	3.5 x 2 x 1 = 7	3.33 x 1 x 6 = 20	3.5	10	17
Equipo medico	DEFIBRILADOR	UN	8	6M		3.5		3.5 x 2 x 8 = 56		28	0	56
Equipo medico	DESIONIZADOR DE AGUA	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	12
Equipo medico	DICTAFONO / TRANSCRIPTOR	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	DOPPLER - DETECTOR DE SONIDOS FETALESUN	UN	5	6M		1		1 x 2 x 5 = 10		5	0	10
Equipo medico	DOPPLER - DETECTOR DE SONIDOS FETALESUN	UN	9	6M		2		2 x 2 x 9 = 36		18	0	36
Equipo medico	ECOCARDIOGRAFO	UN	1	3M				x 4 x 1 = 0		0	0	0
Equipo medico	ELECTROCARDIOGRAFO	UN	9	3M		4		4 x 4 x 9 = 144		72	0	144
Equipo medico	ELECTROCAUTERIO	UN	14	6M		5		5 x 2 x 14 = 140		70	0	140
Equipo medico	ELECTROESTIMULADOR MUSCULAR ELECTR/UN	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	ELECTROESTIMULADOR MUSCULAR ELECTR/UN	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	ELECTROMIOGRAFO FISIATRIA	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	ENFRIADOR DE LECHE	UN	1	6M		3		3 x 2 x 1 = 6		3	0	6

**Tabla A 6.1**

*Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo equipo médico (continuación)*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo medico	EQUIPO DE ARTROSCOPIA	UN	1	3M		35		35 x 4 x 1 = 140		70	0	140
Equipo medico	EQUIPO DE COMPUTO DE RAYOS X	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	EQUIPO DE COMPUTO DE RAYOS X	UN	3	3M		2		2 x 4 x 3 = 24		12	0	24
Equipo medico	EQUIPO DE CRIOCIRUGIA	UN	1	3M		2		2 x 3 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	EQUIPO DE CRIOCIRUGIA	UN	7	3M		3		3 x 4 x 7 = 84		42	0	84
Equipo medico	EQUIPO DE DIAGNÓSTICO DE PARED	UN	42	6M		0.5		0.5 x 2 x 42 = 42		21	0	42
Equipo medico	EQUIPO DE ELECTROTERAPIA	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	EQUIPO DE ELECTROTERAPIA	UN	2	6M		3		3 x 2 x 2 = 12		6	0	12
Equipo medico	EQUIPO DE MAGNOTERAPIA	UN	1	4M		2		2 x 3 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	EQUIPO DE ORL	UN	1	1A		2		2 x 1 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	EQUIPO DE ORL	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	EQUIPO DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITUN	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	EQUIPO DE PRESOTERAPIA	UN	1	4M		1		1 x 3 x 1 = 3		1.5	0	3
Equipo medico	EQUIPO DE PRUEBA DE TOLERANCIA AL ESFIUN	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	EQUIPO DE RAYOS LASER P/ FISIOTERAPIA	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	12
Equipo medico	EQUIPO DE RAYOS X	UN	1	3M		5		5 x 4 x 1 = 20		10	0	20
Equipo medico	EQUIPO DE RAYOS X	UN	3	CONTRATO	3M		5	0	5 x 3 x 4 = 60	0	30	30
Equipo medico	EQUIPO DEL TALLER ELECTROMECHANICO	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	EQUIPO EMISIONES OTOACUSTICAS	UN	1	3M				x 4 x 1 = 0		0	0	0
Equipo medico	EQUIPO ESPIROMETRO	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	EQUIPO LAPAROSCOPIO	UN	1	3M		0.5		0.5 x 4 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	EQUIPO LAPAROSCOPIO	UN	1	3M				x 4 x 1 = 0		0	0	0
Equipo medico	ESFINGOMANÓMETRO ANEROIDE	UN	43	6M		1		1 x 2 x 43 = 86		43	0	86
Equipo medico	ESPIRÓMETRO PORTÁTIL	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	ESTACION MOVIL DE VISUALIZACION DE ARIUN	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	ESTERILIZADOR DE BAJA TEMPERATURA COIUN	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	ESTUFA DE LABORATORIO	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	EXTRACTOR DE PLASMA	UN	2	3M		1.5		1.5 x 4 x 2 = 12		6	0	12
Equipo medico	EXTRARTOR ELECTRICO DE LECHE	UN	4	6M		1.5		1.5 x 2 x 4 = 12		6	0	12
Equipo medico	FACO EMULSIFICADOR PARA CATARATAS	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	FIBROSCOPIO	UN	1	4M		1		1 x 3 x 1 = 3		1.5	0	3
Equipo medico	FOROPTERO PARA UNIDAD OFTALMOLOGICUN	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	FUENTE DE LUZ	UN	1	3M		17.5		17.5 x 4 x 1 = 70		35	0	70
Equipo medico	GASTROSCOPIO	UN	3	3M		3		3 x 4 x 3 = 36		18	0	36
Equipo medico	GRUA HIDRAULICA GRADO MEDICO	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	HORNO ESTERILIZADOR	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	HORNO SECADOR	UN	1	3M		5		5 x 4 x 1 = 20		10	0	20
Equipo medico	HUMIDIFICADOR	UN	2	6M		2		2 x 2 x 2 = 8		4	0	8
Equipo medico	IMPEDIANCIMETRO	UN	2	CONTRATO	3M		5	0	5 x 2 x 4 = 40	0	20	20
Equipo medico	INCINERADOR	UN	1	1A		1		1 x 1 x 1 = 1		0.5	0	1
Equipo medico	INCUBADORA BACTEREOLÓGICA	UN	5	CONTRATO	3M		5	0	5 x 5 x 4 = 100	0	50	50
Equipo medico	INCUBADORA NEONATAL ABIERTA	UN	10	6M		3		3 x 2 x 10 = 60		30	0	60
Equipo medico	INCUBADORA NEONATAL CERRADA	UN	5	6M		3		3 x 2 x 5 = 30		15	0	30
Equipo medico	INCUBADORA NEONATAL PARA TRASLADOS UN	UN	3	6M		3		3 x 2 x 3 = 18		9	0	18
Equipo medico	ISUFLADOR ELECTRONICO	UN	1	3M		35		35 x 4 x 1 = 140		70	0	140
Equipo medico	LAMPARA CUELLO DE GANSO	UN	41	6M		1.5		1.5 x 2 x 41 = 123		61.5	0	123
Equipo medico	LAMPARA DE EXAMINACION	UN	7	6M		1		1 x 2 x 7 = 14		7	0	14
Equipo medico	LÁMPARA DE HENDIDURA	UN	2	3M	3M	1	10	1 x 4 x 2 = 8	10 x 2 x 4 = 80	4	40	48
Equipo medico	LAMPARA FRONTAL ORL	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo medico	LÁMPARA NEONATAL DE FOTOTERAPIA	UN	14	6M		2		2 x 2 x 14 = 56		28	0	56
Equipo medico	LAMPARA P/ CIRUGIA	UN	9	3M	6M	4	40	4 x 4 x 9 = 144	40 x 9 x 2 = 720	72	360	504
Equipo medico	LAMPARA QUIRIRGICA DE PARED	UN	3	3M		4		4 x 4 x 3 = 48		24	0	48
Equipo medico	LAPAROSCOPIO QUIRÚRGICO	UN	3	4M		7		7 x 3 x 3 = 63		31.5	0	63
Equipo medico	LARINGOSCOPIO	UN	22	3M		1.5		1.5 x 4 x 22 = 132		66	0	132
Equipo medico	LITOTRIPTOR NEUMATICO INTRACORPOREUN	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	LUPA CON RODINES	UN	2	1A		1		1 x 1 x 2 = 2		1	0	2
Equipo medico	MAMOGRAFO	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	MÁQUINA DE ANESTESIA	UN	15	CONTRATO	3M		5	0	5 x 15 x 4 = 300	0	150	150
Equipo medico	MECHERO DE BUNZEN P/ GAS	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	MEDIDOR DE EDAD PULMONAR	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	12
Equipo medico	MEDIDOR DE PH	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	MESA P/CIRUGIA	UN	10	3M	3M	32	5	32 x 4 x 10 = 1280	5 x 10 x 4 = 200	640	100	1380
Equipo medico	MESA P/CIRUGIA	UN	1	3M		32		32 x 4 x 1 = 128		64	0	128
Equipo medico	MESA PEDIATRIA	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	MEZCLADOR DE SANGRE	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	MICROSCOPIO BINOCULAR.	UN	11	3M	3M	2.5	5	2.5 x 4 x 11 = 110	5 x 11 x 4 = 220	55	110	220
Equipo medico	MICROSCOPIO P/OTORRINOLARINGOLOGIA UN	UN	2	3M	3M	2.5	5	2.5 x 4 x 2 = 20	5 x 2 x 4 = 40	10	20	40
Equipo medico	MICROSCOPIO QUIRURGICO P/ OFTALMOLCUN	UN	1	3M	3M	2.5	5	2.5 x 4 x 1 = 10	5 x 1 x 4 = 20	5	10	20
Equipo medico	MONITOR DE FLUJO VASCULAR	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	MONITOR DE IMÁGENES	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo medico	MONITOR DE IMÁGENES	UN	2	3M		2		2 x 4 x 2 = 16		8	0	16
Equipo medico	MONITOR DE IMÁGENES	UN	1	3M		6		6 x 4 x 1 = 24		12	0	24
Equipo medico	MONITOR DE IMÁGENES	UN	1	3M		8		8 x 4 x 1 = 32		16	0	32

**Tabla A 6.1**

*Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo equipo médico (continuación)*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo medico	MONITOR DE OXIMETRIA	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	MONITOR DE PRESION ARTERIAL	UN	6	4M		1		1 x 3 x 6 = 18		9	0	18
Equipo medico	MONITOR DE SIGNOS VITALES CUIDADO CRI	UN	2	3M		6		6 x 4 x 2 = 48		24	0	48
Equipo medico	MONITOR DE SIGNOS VITALES CUIDADO GEI	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	MONITOR DE SIGNOS VITALES CUIDADO GEI	UN	35	3M		6		6 x 4 x 35 = 840		420	0	840
Equipo medico	MONITOR DE SIGNOS VITALES PARA TRASLA	UN	4	3M		1.5		1.5 x 4 x 4 = 24		12	0	24
Equipo medico	MONITOR DE SIGNOS VITALES PARA TRASLA	UN	3	3M		6		6 x 4 x 3 = 72		36	0	72
Equipo medico	MONITOR FETAL ANTEPARTO	UN	7	6M		3		3 x 2 x 7 = 42		21	0	42
Equipo medico	NEGATOSCOPIO	UN	31	6M		0.25		0.25 x 2 x 31 = 15.5		7.75	0	15.5
Equipo medico	OFTALMOSCOPIO INDIRECTO	UN	2	6M	3M	3	5	3 x 2 x 2 = 12	5 x 2 x 4 = 40	6	20	32
Equipo medico	OTOSCOPIO QUIRURGICO	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	OXIMETRO DE PULSO	UN	22	6M		1.5		1.5 x 2 x 22 = 66		33	0	66
Equipo medico	PLANTILLA CALENTADOR ELECTRICO	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	RADIOCIRUGIA	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	RAYOS X TIPO ARCO C	UN	2	CONTRATO	3M		5	0	5 x 2 x 4 = 40	0	20	20
Equipo medico	RELOJ	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	RESUCITADOR MEDICO	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Equipo medico	REVELADORA DE PLACAS	UN	2	CONTRATO	3M		5	0	5 x 2 x 4 = 40	0	20	20
Equipo medico	REVELADORA DE PLACAS MAMOGRAFICAS	UN	1	CONTRATO	2M		5	0	5 x 1 x 6 = 30	0	15	15
Equipo medico	RINOFARINGOSCOPIO EQUIPO COMPLETO	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	ROTADOR SEROLOGICO	UN	1	1A		2		2 x 1 x 1 = 2		1	0	2
Equipo medico	SELLADOR AUT TUBOS	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	SELLADORA DE BOLSAS	UN	4	2M		1		1 x 6 x 4 = 24		12	0	24
Equipo medico	SELLADORA DE PAPEL GRADO MEDICO	UN	1	4M		5		5 x 3 x 1 = 15		7.5	0	15
Equipo medico	SENSITOMETRO	UN	2	1A		4		4 x 1 x 2 = 8		4	0	8
Equipo medico	SIERRA PARA CORTAR YESO	UN	2	3M		4		4 x 4 x 2 = 32		16	0	32
Equipo medico	SIMULADOR DE PACIENTES	UN	2	1A		4		4 x 1 x 2 = 8		4	0	8
Equipo medico	SISTEMA DE DIGITALIZACION DIRECTA DE I	UN	3	3M		8		8 x 4 x 3 = 96		48	0	96
Equipo medico	SISTEMA DE MONITOREO HOLTER	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	12
Equipo medico	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA ( SUA	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	TALADRO P/ ORTOPEDIA	UN	2	3M		2		2 x 4 x 2 = 16		8	0	16
Equipo medico	TALLIMETRO PORTATIL	UN	2	1A		1		1 x 1 x 2 = 2		1	0	2
Equipo medico	TANQUE COMPRESAS CALIENTES Y FRIAS	UN	1	3M		4		4 x 4 x 1 = 16		8	0	16
Equipo medico	TANQUE COMPRESAS CALIENTES Y FRIAS	UN	1	6M		4		4 x 2 x 1 = 8		4	0	8
Equipo medico	TANQUE DE HIDROMASAJE	UN	1	6M		3		3 x 2 x 1 = 6		3	0	6
Equipo medico	TANQUE DE PARAFINA	UN	1	6M		5		5 x 2 x 1 = 10		5	0	10
Equipo medico	TANQUE DE REMOLINO	UN	2	1A		2		2 x 1 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	TERMOMETROS	UN	40	6M		1		1 x 2 x 40 = 80		40	0	80
Equipo medico	TIMON DE PARED	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Equipo medico	TORNQUETE AUTOMATICO	UN	2	3M		5		5 x 4 x 2 = 40		20	0	40
Equipo medico	TORRE DE ENDOSCOPIA	UN	7	CONTRATO	3M		5	0	5 x 7 x 4 = 140	0	70	70
Equipo medico	ULTRASONIDO EVALUACIÓN CLÍNICA GENER	UN	3	CONTRATO	3M		5	0	5 x 3 x 4 = 60	0	30	30
Equipo medico	ULTRASONIDO GENERAL PARA RADIODIAGN	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	ULTRASONIDO GINECO-OBSTÉTRICO	UN	2	CONTRATO	3M		5	0	5 x 2 x 4 = 40	0	20	20
Equipo medico	ULTRASONIDO PARA ESTUDIOS VASCULARE	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo medico	UNIDAD COMPLETA P/ ULTRASONIDO Y ELE	UN	5	3M		4		4 x 4 x 5 = 80		40	0	80
Equipo medico	UNIDAD DE CALENTAMIENTO DE PACIENTES	UN	5	6M		1		1 x 2 x 5 = 10		5	0	10
Equipo medico	UNIDAD DE FLUROSCOPIA	UN	1	3M		6		6 x 4 x 1 = 24		12	0	24
Equipo medico	UNIDAD DE OFTALMOLOGIA	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	UNIDAD DENTAL	UN	1	CONTRATO	3M		5	0	5 x 1 x 4 = 20	0	10	10
Equipo medico	VENTILADOR PULMONAR	UN	11	3M		2.5		2.5 x 4 x 11 = 110		55	0	110

8703

Nota: Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 6.2**

*Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo equipo industrial*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo industrial	A/C CHILER SALA DE OPERACIONES	UN	1	CONTRATO	1M		20	0	20 x 1 x 12 = 240	0	30	30
Equipo industrial	A/C CHILER SALA DE OPERACIONES	UN	1	CONTRATO	1M		20	0	20 x 1 x 12 = 240	0	30	30
Equipo industrial	ACCESORIOS DE LA RED DE GASES	UN	250	2M		2		2 x 6 x 250 = 3000		1500	0	3000
Equipo industrial	ALARMA DE GASES MEDICOS	UN	8	2M		4		4 x 6 x 8 = 192		96	0	192
Equipo industrial	ALARMA DE INCENDIOS	UN	1	3M	3M	7	8	7 x 4 x 1 = 28	8 x 1 x 4 = 32	14	4	32
Equipo industrial	ANALIZADORR AGUA D/CALDERA	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo industrial	APAGADORES	UN	1,500	1M		0.5		0.5 x 12 x 1500 = 9000		4500	0	9000
Equipo industrial	ASPIRADORA INDUSTRIAL	UN	4	3M		1.5		1.5 x 4 x 4 = 24		12	0	24
Equipo industrial	BANCO DE CAPACITORES	UN	1	2M		3		3 x 6 x 1 = 18		9	0	18
Equipo industrial	BANDA CAMINADORA	UN	1	2M		1		1 x 6 x 1 = 6		3	0	6
Equipo industrial	BAÑO MARIA	UN	2	3M		0.5		0.5 x 4 x 2 = 4		2	0	4
Equipo industrial	BATIDORA INDUSTRIAL	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo industrial	BOMBA INDUSTRIAL	UN	9	1M	1M	8	4.67	8 x 12 x 9 = 864	4.67 x 9 x 12 = 504	432	63	927
Equipo industrial	BOMBA INDUSTRIAL	UN	4	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	BOMBA MEDICA DE AGUA FRIA	UN	2	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	CALDERA INDUSTRIAL	UN	1	1M	1M	2	0.5	2 x 12 x 1 = 24	0.5 x 1 x 12 = 6	12	0.75	24.75
Equipo industrial	CAMARA DE REFRIGERACION	UN	17	2M		5		5 x 6 x 17 = 510		255	0	510
Equipo industrial	CEPILLO PULIDOR INDUSTRIAL	UN	14	3M		1		1 x 4 x 14 = 56		28	0	56
Equipo industrial	CILINDROS	UN	3	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	COCINA INDUSTRIAL	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo industrial	COCINA INDUSTRIAL	UN	2	3M		3		3 x 4 x 2 = 24		12	0	24
Equipo industrial	COLECTOR DE PARTICULAS LAVANDERIA	UN	2	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	COMPRESOR DE AIRE GRADO MEDICO.	UN	1	3M		40		40 x 4 x 1 = 160		80	0	160
Equipo industrial	COMPRESOR DE AIRE PRESION	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo industrial	CONGELADOR	UN	6	3M		1		1 x 4 x 6 = 24		12	0	24
Equipo industrial	CONGELADOR	UN	3	3M		2		2 x 4 x 3 = 24		12	0	24
Equipo industrial	CONTENEDOR P/TRANSPORTE	UN	1	3M		0.5		0.5 x 4 x 1 = 2		1	0	2
Equipo industrial	CUARTO FRIO	UN	3	3M		8		8 x 4 x 3 = 96		48	0	96
Equipo industrial	DISPENSADOR	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo industrial	DISPENSADOR AUTOMATICO DE CAFE	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Equipo industrial	ELEVADOR SCHINDLER	UN	3	1M	1M	2	42	2 x 12 x 3 = 72	42 x 3 x 12 = 1512	36	189	261
Equipo industrial	EQUIPO DE COCINA	UN	3	3M		2		2 x 4 x 3 = 24		12	0	24
Equipo industrial	EQUIPO DE SONIDO	UN	4	4M		1		1 x 3 x 4 = 12		6	0	12
Equipo industrial	EQUIPO DEL TALLER DE ELETROMEDICINA	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Equipo industrial	EQUIPO DEL TALLER DE OBRA CIVIL	UN	8	3M		1		1 x 4 x 8 = 32		16	0	32
Equipo industrial	EQUIPO DEL TALLER ELECTROMECANICO	UN	24	3M		1		1 x 4 x 24 = 96		48	0	96
Equipo industrial	EQUIPO RECUPERADOR DE REFRIGERANTE	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo industrial	EXTINTORES	UN	119	1A	1A	7	0.35	7 x 1 x 119 = 833	0.35 x 119 x 1 = 41.65	416.5	5.20625	838.20625
Equipo industrial	EXTINTORES	UN	8	1A		7		7 x 1 x 8 = 56		28	0	56
Equipo industrial	EXTRACTOR DE AIRE	UN	16	3M		6		6 x 4 x 16 = 384		192	0	384
Equipo industrial	FLUJOMETROS	UN	150	3M		2		2 x 4 x 150 = 1200		600	0	1200
Equipo industrial	GENERADOR DE AGUA CALIENTE	UN	3	3M	3M	5	18	5 x 4 x 3 = 60	18 x 3 x 4 = 216	30	27	87
Equipo industrial	HIDROLAVADORA	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo industrial	HORNO INDUSTRIAL	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Equipo industrial	HORNO MICROONDAS	UN	7	3M		1		1 x 4 x 7 = 28		14	0	28
Equipo industrial	LAVADORA DE INSTRUMENTOS	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	LAVADORA DE VAJILLAS	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Equipo industrial	LAVADORA EXTRACTORA INDUSTRIAL	UN	3	1M	1M	8	0.666666667	8 x 12 x 3 = 288	0.67 x 3 x 12 = 24	144	3	291
Equipo industrial	LICUADORA INDUSTRIAL	UN	6	3M		1		1 x 4 x 6 = 24		12	0	24
Equipo industrial	LUMINARIAS DE EMERGENCIA	UN	25	3M		2		2 x 4 x 25 = 200		100	0	200
Equipo industrial	MAQUINA DE COSER INDUSTRIAL	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Equipo industrial	PLANTA DE EMERGENCIA - SGE	UN	2	CONTRATO	2M		3.5	0	3.5 x 2 x 6 = 42	0	5.25	5.25
Equipo industrial	PRESAS P/APLANCHADO	UN	1	1M	1M	2	5	2 x 12 x 1 = 24	5 x 1 x 12 = 60	12	7.5	31.5
Equipo industrial	PROCESADOR DE ALIMENTOS	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Equipo industrial	PURIFICADOR DE AIRE	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Equipo industrial	RED DE AGUA CALIENTE	UN	1	3M		24		24 x 4 x 1 = 96		48	0	96
Equipo industrial	RED DE OXIGENO MEDICO	UN	1	2M		48		48 x 6 x 1 = 288		144	0	288
Equipo industrial	RED DE VAPOR	UN	2	3M		48		48 x 4 x 2 = 384		192	0	384
Equipo industrial	RED ELECTRICA	UN	2	1S		8		8 x 52 x 2 = 832		416	0	832
Equipo industrial	REFRIGERADOR	UN	16	3M		1		1 x 4 x 16 = 64		32	0	64
Equipo industrial	REFRIGERADOR	UN	1	3M		1.5		1.5 x 4 x 1 = 6		3	0	6
Equipo industrial	REFRIGERADOR	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	SALVA ESCALERA	UN	1	3M	3M	9	42	9 x 4 x 1 = 36	42 x 1 x 4 = 168	18	21	57
Equipo industrial	SECADORA DE ROPA INDUSTRIAL	UN	5	3M		8		8 x 4 x 5 = 160		80	0	160
Equipo industrial	SISTEMA BOMBA MEDICA DE VACIO	UN	2	6M		24		24 x 2 x 2 = 96		48	0	96
Equipo industrial	SISTEMA CONTRA INCENDIO	UN	1	3M		48		48 x 4 x 1 = 192		96	0	192
Equipo industrial	SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE LAVAMAN UN	UN	1	1A				x 12 x 1 = 0		0	0	0

**Tabla A 6.2**

*Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo equipo industrial (continuación)*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Equipo industrial	SISTEMA DE EXTRACCION DE AIRE	UN	1	2M		8		8 x 6 x 1 = 48		24	0	4
Equipo industrial	SISTEMA DE GAS LP	UN	1	2M		48		48 x 6 x 1 = 288		144	0	28
Equipo industrial	SISTEMA DE ILUMINACION	UN	1	15		8		8 x 52 x 1 = 416		208	0	41
Equipo industrial	SISTEMA DE LLAMADO AMPLIFICADO	UN	5	3M		12		12 x 4 x 5 = 240		120	0	24
Equipo industrial	SISTEMA DE PRESION CONSTANTE	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	SISTEMA DE PUERTAS ELECTRONICAS	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	SISTEMA DE RESPALDO ELECTRICO UPS SAL/UN	UN	1	2M		8		8 x 6 x 1 = 48		24	0	4
Equipo industrial	SISTEMA DESINFECTACION P/ LUZ ULTRAVIOLET/UN	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	SISTEMA EXTRACCION INYECCION AIRE	UN	1	3M		3		3 x 4 x 1 = 12		6	0	1
Equipo industrial	SISTEMA PARARRAYOS	UN	1	1A		48		48 x 1 x 1 = 48		24	0	4
Equipo industrial	SISTEMAS DE TOMACORRIENTES	UN	3,000	1M		0.3		0.3 x 12 x 3000 = 10800		5400	0	1080
Equipo industrial	SOPLADORES ROTATORIOS	UN	2	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	SUBESTACION ELECTRICA	UN	2	3M		48		48 x 4 x 2 = 384		192	0	38
Equipo industrial	SUPRESOR DE TRASIENTES	UN	8	3M		1		1 x 4 x 8 = 32		16	0	3
Equipo industrial	TABLERO DE CONTROL CASA DE MAQUINAS/UN	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Equipo industrial	TABLERO DE DISTRIBUCION Y AISLAMIENTO UN	UN	5	3M		8		8 x 4 x 5 = 160		80	0	16
Equipo industrial	TALADRO	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	0
Equipo industrial	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	UN	2	1A		12		12 x 1 x 2 = 24		12	0	2
Equipo industrial	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	UN	1	3M		6		6 x 4 x 1 = 24		12	0	2
Equipo industrial	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DIST DE A/UN	UN	4	1A		12		12 x 1 x 4 = 48		24	0	4
Equipo industrial	TECLE INDUSTRIAL	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	0
Equipo industrial	TRANSPALETA	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	0
Equipo industrial	TRANSPALETA	UN	4	6M		0.5		0.5 x 2 x 4 = 4		2	0	0
Equipo industrial	UNIDA DE A/C	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	0
Equipo industrial	UNIDA DE A/C	UN	15	3M		8		8 x 4 x 15 = 480		240	0	48
Equipo industrial	UNIDA DE A/C	UN	1	4M		2		2 x 3 x 1 = 6		3	0	0
Equipo industrial	UNIDA DE A/C	UN	41	4M		8		8 x 3 x 41 = 984		492	0	98
Equipo industrial	UNIDAD CONDENSADORA	UN	32	3M		1		1 x 4 x 32 = 128		64	0	12
Equipo industrial	UNIDAD CONDENSADORA	UN	19	4M		1		1 x 3 x 19 = 57		28.5	0	5
Equipo industrial	UNIDAD DE POTENCIA ININTERRUMPIDA	UN	3	2M		8		8 x 6 x 3 = 144		72	0	14
Equipo industrial	UNIDAD DE POTENCIA ININTERRUMPIDA	UN	274	3M		1		1 x 4 x 274 = 1096		548	0	109
Equipo industrial	UNIDAD DE POTENCIA ININTERRUMPIDA EL/UN	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	0
Equipo industrial	UNIDAD DE POTENCIA ININTERRUMPIDA 15I/UN	UN	5	3M		1		1 x 4 x 5 = 20		10	0	2
Equipo industrial	UNIDAD DE POTENCIA ININTERRUMPIDA 30I/UN	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	0
Equipo industrial	UNIDAD EVAPORADORA A/C	UN	33	3M		1		1 x 4 x 33 = 132		66	0	13
Equipo industrial	UNIDAD EVAPORADORA A/C	UN	18	4M		1		1 x 3 x 18 = 54		27	0	5
Equipo industrial	UNIDAD EVAPORADORA TIPO MANEJADOR/A/UN	UN	12	3M		1		1 x 4 x 12 = 48		24	0	4
Equipo industrial	VENTILADOR INDUSTRIAL	UN	172	3M		1		1 x 4 x 172 = 688		344	0	68

Nota: Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Tabla A 6.3**

*Detalle del cálculo del tiempo mantenimiento preventivo obra civil*

Subárea	Familia	UN	Cantidad	Frecuencia de intervenciones		Tiempo intervención		Tiempo anual de intervenciones		Horas de supervisión		Total de tiempo dedicado al MP
				Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	Recurso Propio	Contratado	
Mobiliario	ACCESORIOS (PASAMANOS, BUMPERS, ESQUM LIN	UN	638	6M		0.3		0.3 x 2 x 638 = 382.8		191.4	0	382.8
Mobiliario	ALMACEN DEPOSITO	UN	2	3M		2		2 x 4 x 2 = 16		8	0	16
Mobiliario	ANDADERA	UN	26	3M		1		1 x 4 x 26 = 104		52	0	104
Mobiliario	BANCAS Y SILLAS MOBILIARIO	UN	1,412	3M		1		1 x 4 x 1412 = 5648		2824	0	5648
Mobiliario	BARRAS PARALELAS AJUSTABLES	UN	1	3M		0.5		0.5 x 4 x 1 = 2		1	0	2
Mobiliario	BARRAS PARALELAS AJUSTABLES	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Mobiliario	BICICLETA ESTACIONARIA	UN	3	6M		1		1 x 6 x 3 = 18		9	0	18
Mobiliario	BOTIQUIN CORRIENTE	UN	2	1A		0.5		0.5 x 1 x 2 = 1		0.5	0	1
Mobiliario	CAJAS DE REGISTRO	GLB	1	1M		39		39 x 12 x 1 = 468		234	0	468
Mobiliario	CAMA INDIVIDUAL DE MADERA	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Mobiliario	CARRO P/ TRANSPORTE	UN	88	1A		1		1 x 1 x 88 = 88		44	0	88
Mobiliario	CARRO P/ TRANSPORTE	UN	23	1A		2		2 x 1 x 23 = 46		23	0	46
Mobiliario	CARRO P/ TRANSPORTE	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	CARRO P/PAROS CARDIACOS	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Mobiliario	CEPILLERA DE ACERO INOXIDABLE	UN	7	6M		0.5		0.5 x 2 x 7 = 7		3.5	0	7
Mobiliario	CIELOSRRASOS	M2	16,000	6M		0.3		0.3 x 2 x 16000 = 9600		4800	0	9600
Mobiliario	CUBIERTAS DE TECHO	M2	17,000	1M		0.05		0.05 x 12 x 17000 = 10200		5100	0	10200
Mobiliario	DISPENSADOR	UN	11	6M		0.5		0.5 x 2 x 11 = 11		5.5	0	11
Mobiliario	DISPENSADOR AUTOMATICO DE CAFE	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Mobiliario	DISPENSADOR DE CEPILLOS	UN	4	3M		1		1 x 4 x 4 = 16		8	0	16
Mobiliario	DISPENSADOR DE REFRESCOS	UN	2	3M		1.5		1.5 x 4 x 2 = 12		6	0	12
Mobiliario	EN DUDA, ES REPETIDO?	GLB	1	4M		39		39 x 3 x 1 = 117		58.5	0	117
Mobiliario	EQUIPO DE COCINA	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Mobiliario	EQUIPO DEL TALLER DE OBRA CIVIL	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	EQUIPO DEL TALLER ELECTROMECHANICO	UN	27	3M		1		1 x 4 x 27 = 108		54	0	108
Mobiliario	ESCURRIDOR DE BIDE	UN	2	1A		1		1 x 1 x 2 = 2		1	0	2
Mobiliario	ESTERILIZADOR DE PISO	UN	1	CONTRATO				0		0	0	0
Mobiliario	ESTRUCTURA DE TECHOS	GLB	1	2M		24		24 x 6 x 1 = 144		72	0	144
Mobiliario	ESTRUCTURAS METALICAS	M LIN	1,100	2M		0.3		0.3 x 6 x 1100 = 1980		990	0	1980
Mobiliario	GABINETE CONTRA INCENDIO.	UN	2	3M		0.5		0.5 x 4 x 2 = 4		2	0	4
Mobiliario	GRADA PORTABLE METALICA	UN	35	6M		0.5		0.5 x 2 x 35 = 35		17.5	0	35
Mobiliario	LOSA SANITARIA Y GRIFERIA	UN	300	25		0.3		0.3 x 26 x 300 = 2340		1170	0	2340
Mobiliario	MAQ DE ESCRIBIR	UN	50	6M		1		1 x 2 x 50 = 100		50	0	100
Mobiliario	MESA DE EXPLORACION	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Mobiliario	MESA DE MAYO	UN	9	6M		0.5		0.5 x 2 x 9 = 9		4.5	0	9
Mobiliario	MESA DE MAYO	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	MESA ACERO INOXIDABLE	UN	20	1A		1		1 x 1 x 20 = 20		10	0	20
Mobiliario	MESA ACERO INOXIDABLE	UN	4	6M		0.5		0.5 x 2 x 4 = 4		2	0	4
Mobiliario	MESA MOBILIARIO	UN	655	3M		1		1 x 4 x 655 = 2620		1310	0	2620
Mobiliario	MESAS PUENTE	UN	79	6M		0.5		0.5 x 2 x 79 = 79		39.5	0	79
Mobiliario	MESITA PARA TOMA DE VIAS	UN	6	6M		0.5		0.5 x 2 x 6 = 6		3	0	6
Mobiliario	MOBILIARIO	UN	45	3M		1		1 x 4 x 45 = 180		90	0	180
Mobiliario	MOBILIARIO	UN	97	4M		1		1 x 3 x 97 = 291		145.5	0	291
Mobiliario	MOBILIARIO	UN	29	6M		1		1 x 2 x 29 = 58		29	0	58
Mobiliario	MUEBLE CON PILETAS	UN	11	2M		1		1 x 6 x 11 = 66		33	0	66
Mobiliario	MUEBLES MOBILIARIO	UN	1	3M		35		35 x 4 x 1 = 140		70	0	140
Mobiliario	MUEBLES MOBILIARIO	UN	437	4M		1		1 x 3 x 437 = 1311		655.5	0	1311
Mobiliario	OBRAS EXTERNAS	M2	6,300	6M		0.1		0.1 x 2 x 6300 = 1260		630	0	1260
Mobiliario	PARASOLES	UN	45	1A		0.5		0.5 x 1 x 45 = 22.5		11.25	0	22.5
Mobiliario	PAREDES	M2	30,160	1A	1A	0.1	220	0.1 x 1 x 30160 = 3016	220 x 30160 x 1 = 6635200	1508	829400	832416
Mobiliario	PILA DE ACERO INOXIDABLE	UN	4	2M		1		1 x 6 x 4 = 24		12	0	24
Mobiliario	PILA DE ACERO INOXIDABLE	UN	2	6M		1		1 x 2 x 2 = 4		2	0	4
Mobiliario	PILETA	UN	10	6M		1		1 x 2 x 10 = 20		10	0	20
Mobiliario	PISOS	M2	17,900	6M	1A	0.1	44	0.1 x 2 x 17900 = 3580	44 x 17900 x 1 = 787600	1790	98450	102030
Mobiliario	PIZARRA	UN	22	4M		0.3		0.3 x 3 x 22 = 19.8		9.9	0	19.8
Mobiliario	PRENSAS P/APLANCHADO	UN	1	1M		2		2 x 12 x 1 = 24		12	0	24
Mobiliario	PROCESADOR DE ALIMENTOS	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	PUERTAS Y CERRAJERIA	GLB	1	1M		32		32 x 12 x 1 = 384		192	0	384
Mobiliario	SECADORA P/ EQUIPO RESPIRATORIO	UN	1	6M		2		2 x 2 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	SELLADORA DE BOLSAS	UN	13	2M		1		1 x 6 x 13 = 78		39	0	78
Mobiliario	SELLADORA DE PAPEL GRADO MEDICO	UN	2	4M		5		5 x 3 x 2 = 30		15	0	30
Mobiliario	SEÑALIZACION	GLB	1	6M		24		24 x 2 x 1 = 48		24	0	48
Mobiliario	SILLA DE RUEDAS	UN	53	3M		1		1 x 4 x 53 = 212		106	0	212
Mobiliario	SILLON DENTAL	UN	1	3M		2		2 x 4 x 1 = 8		4	0	8
Mobiliario	SILLON PARA ORL	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Mobiliario	SILLONES PARA HEMODIALISIS	UN	2	3M		1		1 x 4 x 2 = 8		4	0	8
Mobiliario	SISTEMA DE AGUAS FLUVIALES	GLB	1	2M		39		39 x 6 x 1 = 234		117	0	234
Mobiliario	TABLA DESLIZANTE P/ PACIENTES	UN	2	1A		0.5		0.5 x 1 x 2 = 1		0.5	0	1
Mobiliario	TARJETERO DE METAL	UN	1	1A		0.5		0.5 x 1 x 1 = 0.5		0.25	0	0.5
Mobiliario	TARJETERO DE METAL	UN	1	3M		1		1 x 4 x 1 = 4		2	0	4
Mobiliario	TELEFONOS	UN	1	6M		1		1 x 2 x 1 = 2		1	0	2
Mobiliario	TRANSPALETA	UN	3	3M		1		1 x 4 x 3 = 12		6	0	12
Mobiliario	TRANSPALETA	UN	4	6M		0.5		0.5 x 2 x 4 = 4		2	0	4
Mobiliario	VENTANERIA	M2	5,000	6M	6M	0.15	2.5	0.15 x 2 x 5000 = 1500	2.5 x 5000 x 2 = 25000	750	3125	4625

977766.6

## Apéndice 7. Priorización de fallas por GE

**Tabla A 7.1**

*Matriz de priorización de atención de fallas para la sub área de equipo médico*

Clasificación	Descripción	Posible muerte del paciente	Posible lesión del paciente	Falso diagnóstico	Daños en el equipo	Sin riesgos significativos
Terapéutico	Soporte de vida	14	13	12	11	10
	Cirugía y cuidados intensivos	13	12	11	10	9
	Terapia física y tratamiento	12	11	10	9	8
Diagnóstico	Equipo de monitoreo quirúrgico	11	10	9	8	7
	Equipos de diagnóstico y monitoreo del paciente	10	9	8	7	6
Analístico	Equipos de laboratorio	9	8	7	6	5
	Sistema de cómputo y equipos asociados	8	7	6	5	4
Varios	Otros equipos médicos relacionados al paciente	7	6	5	4	3

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 7.2**

*Matriz de priorización de atención de fallas para la sub área de equipo médico*

Clasificación	Descripción	Posible muerte del paciente	Posible lesión del paciente	Falso diagnóstico	Daños en el equipo	Sin riesgos significativos
Climatización e Iluminación	Equipos de soporte quirúrgico	15	14	13	12	11
	Tuberías de soporte clave	14	13	12	11	10
	Equipos de soporte a cuidados intensivos	13	12	11	10	9
Salas Medicas	Equipos relacionados al paciente	12	11	10	9	8
	Climatización e Iluminación	11	10	9	8	7
Servicios Médicos	Equipos de lavado	10	9	8	7	6
	Equipos de cocina	9	8	7	6	5
	Sistema de cómputo y equipos asociados	8	7	6	5	4
Varios	Otros equipos del mobiliario	7	6	5	4	3

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 7.3***Matriz de priorización de atención de fallas para la sub área de obra civil*

Clasificación	Descripción	Posible muerte del paciente	Posible lesión del paciente	Falso diagnóstico	Daños en el equipo	Sin riesgos significativos
Saneamiento y ambiente estéril	Equipos de soporte quirúrgico	12	11	10	9	8
	Tuberías de gases de médicos	11	10	9	8	7
Salas Medicas	Habitabilidad de espacios médicos intensivos	10	9	8	7	6
Servicios Médicos	Tuberías de agua potable	9	8	7	6	5
Varios	Otros equipos de la infraestructura	7	6	5	4	3

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

### Apéndice 8. Criterios del indicador de gestión

**Tabla A 8.1***Valores Sub Criterio - C1 “Programa de mantenimiento”*

Criterios	C1	C2	C3	C4
Programar plan anual de mantenimiento	1	1/2	2	2
Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo	2	1	2	2
Identificar la carga de trabajo	1/2	1/2	1	2
Identificar la capacidad resolutive de I&M	1/2	1/2	1/2	1
Matriz de comparación				

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.2***Normalización Sub Criterio - C1 “Programa de mantenimiento”*

Criterios	C1	C2	C3	C4	Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Programar plan anual de mantenimiento	4,0	3,0	6,0	9,0	22,00	0,28
Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo	6,0	4,0	9,0	12,0	31,00	0,39
Identificar la carga de trabajo	3,0	2,3	4,0	6,0	15,25	0,19
Identificar la capacidad resolutive de I&M	2,3	1,5	3,0	4,0	10,75	0,14
Sumatoria					79,00	1,00

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.3***Valores Sub Criterio – C2 “Procedimientos y métodos de trabajo”*

Criterios	C1	C2	C3
Elaborar fichas técnicas de actividades de mantenimiento	1	4	2
Registro de datos de las actividades de mantenimiento	1/4	1	1/4
Implementar procedimientos y lineamientos	1/2	4	1
Matriz de comparación			

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.4***Normalización Sub Criterio – C2 “Procedimientos y métodos de trabajo”*

Criterios	C1	C2	C3	Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Elaborar fichas técnicas de actividades de mantenimiento	3,0	16,0	5,0	24,00	0,55
Registro de datos de las actividades de mantenimiento	0,6	3,0	1,0	4,63	0,11
Implementar procedimientos y lineamientos	2,0	10,0	3,0	15,00	0,34
	Sumatoria			43,63	1,00

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.5***Valores Sub Criterio – C3 “Inventario técnico del recurso físico”*

Criterios	SC1	SC2	CS4	SC4	SC5
Mantener actualizados planos de la infraestructura	1	1/2	1/2	1/2	1/7
Realizar inventario de las características y estado del recurso	2	1	2	2	2
Identificar y describir cada componente del recurso físico	2	1/2	1	2	1/2
Historial de intervenciones de mantenimiento	2	1/2	1/2	1	1/2
Realizarla clasificación del recurso, determinando la criticidad	7	1/2	2	2	1
	Matriz de comparación				

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.6***Normalización Sub Criterio – C3 “Inventario técnico del recurso físico”*

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5		Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Mantener actualizados planos de la infraestructura	5,0	1,6	2,5	3,3	1,8	14,18	0,08
Realizar inventario de las características y estado del recurso	26,0	5,0	10,0	13,0	6,3	60,29	0,32
Identificar y describir cada componente del recurso físico	12,5	3,3	5,0	7,0	3,3	31,04	0,17
Historial de intervenciones de mantenimiento	9,5	2,5	4,0	5,0	2,5	23,54	0,13
Realizarla clasificación del recurso, determinando la criticidad	23,0	6,5	9,5	12,5	5,0	56,50	0,30
	Sumatoria					185,54	1,00

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.7***Valores Sub Criterio – C4 “Programación y control de contratos”*

Criterios	C1	C2	C3
Aplicar la ley y reglamento de contratación administrativa	1	1/2	1/2
Control de la ejecución de contratos	2	1	1/2
Establecer proceso de revisión, verificación y aceptación del contrato	2	2	1
	Matriz de comparación		

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.8***Normalización Sub Criterio - C4 "Programación y control de contratos"*

Criterios	Criterios			Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
	C1	C2	C3		
Aplicar la ley y reglamento de contratación administrativa	3,0	2,0	1,3	6,25	0,19
Control de la ejecución de contratos	5,0	3,0	2,0	10,00	0,31
Establecer proceso de revisión, verificación y aceptación del contrato	8,0	5,0	3,0	16,00	0,50
Sumatoria				32,25	1,00

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.9***Valores Sub Criterio – C5 "Indicadores de Gestión"*

Criterios	Criterios				
	C1	C2	C3	C4	C5
Porcentaje de ejecución y asignación presupuestaria	1	2	2	2	1/2
Índice de satisfacción de los usuarios	1/2	1	1/2	1/2	1/2
Índice de avance en la gestión de mantenimiento	1/2	2	1	1/3	1/2
Índice de mantenimiento preventivo	1/2	2	3	1	2
Tiempo de reparación, falla y disponibilidad de equipos	2	2	2	1/2	1
Matriz de comparación					

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.10***Normalización Sub Criterio – C5 "Indicadores de gestión"*

Criterios	Criterios					Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
	C1	C2	C3	C4	C5		
Porcentaje de ejecución y asignación presupuestaria	5,0	13,0	12,0	5,9	7,0	42,92	0,26
Índice de satisfacción de los usuarios	2,5	5,0	4,5	2,4	2,5	16,92	0,10
Índice de avance en la gestión de mantenimiento	3,2	6,7	5,0	2,9	2,9	20,67	0,12
Índice de mantenimiento preventivo	7,5	15,0	12,0	5,0	6,8	46,25	0,28
Tiempo de reparación, falla y disponibilidad de equipos	6,3	13,0	10,5	6,7	5,0	41,42	0,25
Sumatoria						168,17	1,00

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.11***Valores Sub Criterio – C6 "Plan anual de presupuestos"*

Criterios	Criterios		
	C1	C2	C3
Garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico	1	2	2
Registrar toda intervención de mantenimiento	1/2	1	1/3
Uso correcto y racional del presupuesto	1/2	3	1
Matriz de comparación			

Nota. Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.12***Normalización Sub Criterio – C6 “Plan anual de presupuestos”*

Criterios	C1	C2	C3	Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad del recurso físico	3,0	10,0	4,7	17,67	0,49
Registrar toda intervención de mantenimiento	1,2	3,0	1,7	5,83	0,16
Uso correcto y racional del presupuesto	2,5	7,0	3,0	12,50	0,35
	Sumatoria			36,00	1,00

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.13***Valores Sub Criterio – C6 “Formación y capacitación”*

Criterios	C1	C2	C3
Desarrollar y mantener una cultura de prevención	1	3	2
Desarrollar programas de seguridad del recurso	1/3	1	1/2
Formación y capacitación de mantenimiento	1/2	2	1

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

**Tabla A 8.14***Normalización Sub Criterio – C6 “Formación y capacitación”*

Criterios	C1	C2	C3	Ventor de Prioridad	Valor Normalizado (E <sub>0</sub> )
Desarrollar y mantener una cultura de prevención	3,0	10,0	5,5	18,50	0,54
Desarrollar programas de seguridad del recurso	0,9	3,0	1,7	5,58	0,16
Formación y capacitación de mantenimiento	1,7	5,5	3,0	10,17	0,30
	Sumatoria			34,25	1,00

*Nota.* Elaboración propia, basados en el algoritmo Fennigkoh-Smith (WHO, 2012).

## Apéndice 9. Inventario técnico del recurso físico

**Tabla A 9.1**

*Inventario técnico del recurso físico completo por sub áreas*

N° Plat	CANTID	Nombre del Recurso Físico	Familia	Periodicidad	# Intervenciones anua	Clasificació	Tiempo por Intervencion F	Modalidad	Localización Servicio	Subárea	Tiempo por Intervencion RR NO
780875		MICROCOMPUTADORA PARA ESTACION	TORRE DE ENDOSCOPIA	NO APLICA	-	A	ISUSTO DE LAS TORR	-	GASTROSCOPIA	Equipo medico	
1104563	1	UNIDAD DE ELECTROCIURUGIA	ELECTROCAUTERIO	6M	2	A		Propio	SALA OPERACIONES 4	Equipo medico	5
1171689	1	DEFIBRILADOR CON MONITOR P/ AMBU	DEFIBRILADOR	6M	2	A		Propio	CUARTO MEDICO	Equipo medico	3,5
1190772	1	VIDEO PROCESADOR ( SISTEMA DE VIDE	TORRE DE ENDOSCOPIA	CONTRATO	CONTRATO	A		Contrato	GASTROSCOPIA	Equipo medico	
1190773		FUENTE DELUZ ( SISTEMA DE VIDEO END	TORRE DE ENDOSCOPIA	3M	4	A		Propio	GASTROSCOPIA	Equipo medico	
1190774		MONITOR DE IMAGENES MEDICAS LCD 2	TORRE DE ENDOSCOPIA	3M	4	A		Propio	GASTROSCOPIA	Equipo medico	
1190778		CARRO DE TRANSPORTE DE LA TORRE ( S	TORRE DE ENDOSCOPIA	3M	4	A		Propio	GASTROSCOPIA	Equipo medico	1
1190779		U.P.S 2 KVA ON LINE ( SISTEMA DE VIDEO	TORRE DE ENDOSCOPIA	3M	4	A		Propio	GASTROSCOPIA	Equipo medico	
1190781		MONITOR LCD 23" ( SISTEMA DE VIDEO E	TORRE DE ENDOSCOPIA	3M	4	A		Propio	GASTROSCOPIA	Equipo medico	35
1190884	1	PROCESADOR DE ALIMENTOS.	PROCESADOR DE ALIMENTOS	3M	4	A		Propio	COCINA PREP. ALIMENTOS	Mobiliario	1
34511	1	EXTINGUIDOR DE PARED	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	SALA ESPERA -1	Equipo industrial	7
81216	1	EXTINTOR CD 10 EXT.	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	ARCHIVO ***	Equipo industrial	7
229492	1	RESUCITADOR POR.SALA OPERAC.	RESUCITADOR MEDICO	6M	2	A		Propio	SALA DE PARTOS	Equipo medico	2
229673	1	EXTINTORES CONTRA INCENDIOS	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	TALLER PINTURA	Equipo industrial	7
229677	1	EXTINTORES CONTRA INCENDIOS	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	SECRETARIA HOSPITAL	Equipo industrial	7
241443	1	EXTINTOR CONTRA INCENDIOS	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	JEFATURA FARMACIA	Equipo industrial	7
241444	1	EXTINTOR DE INCENDIOS	EXTINTORES	1A	1	A		Contrato	ARCHIVO ***	Equipo industrial	7
256921	1	BATIDOR HOBART	BATIDORA INDUSTRIAL	3M	4	A		Propio	COCINA PREP. ALIMENTOS	Equipo industrial	1
257097	1	COCINA DE MOSTRADOR	COCINA INDUSTRIAL	3M	4	A		Propio	BACTERIOLOGIA	Equipo industrial	1
269199	1	ELECTROCAUTERIO ELEKTROTON 40 MAF	ELECTROCAUTERIO	6M	2	A		Propio	CONSULTA DERMATOLOGIA. 17	Equipo medico	5
269200	1	ELECTROCAUTERIO ELEKTROTON 40 MAF	ELECTROCAUTERIO	6M	2	A		Propio	DERMATOLOGIA # 16	Equipo medico	5
275244	1	AUTOCLAVE DE PROPOSITOS GENERALES	AUTOCLAVE DE MESA	4M	3	A		Contrato	BANCO SANGRE	Equipo medico	2
286717	1	CAMARAS ENFRIADORAS	CAMARA DE REFRIGERACION	2M	6	A		Propio	COCINA PREP. ALIMENTOS	Equipo industrial	5
300457	1	MESA QUIRURGICA	MESA P/CIRUGIA	3M	4	A		Propio	UROLOGIA	Equipo medico	32
301449	1	CALDERA MARCA CLEAVES B.	CALDERA INDUSTRIAL	1M	12	A		Contrato	CASA MAQUINAS	Equipo industrial	2

Nota: Elaboración propia los datos son proporcionados por el departamento de mantenimiento (CCSS, 2021).

**Figura A 9.2***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de mantenimiento*

Edificio A (Mantenimiento)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Taller de Metal -Mecánica	A	00	001	A-00-001	36
Taller de Carpintería	A	00	002	A-00-002	37
Taller de Pintura	A	00	003	A-00-003	33,25
Servicio Sanitario	A	00	004	A-00-004	9
Tanques de Aguas Negras	A	00	005	A-00-005	24,38
Pasillo Interior Talleres	A	00	006	A-00-006	25,65
Taller Eléctrico	A	00	007	A-00-007	26,18
Bodega	A	00	008	A-00-008	46
Casa de Máquinas	A	00	009	A-00-009	156,5
Oficina Supervisores	A	00	010	A-00-010	17,2
Oficina Equipo Médico	A	00	011	A-00-011	17,43
Taller Electromedicina	A	00	012	A-00-012	22,23
Pasillo Interior Oficinas	A	00	013	A-00-013	25,74
Oficina Ingeniería y Arquitectura	A	00	014	A-00-014	18
Secretaría	A	00	015	A-00-015	15,45
Archivo	A	00	016	A-00-016	8
Bodega	A	00	017	A-00-017	8
Servicio Sanitario	A	00	018	A-00-018	14
Aseo	A	00	019	A-00-019	1,8
Oficina Jefatura	A	00	020	A-00-020	20
Bodega General	A	00	021	A-00-021	54
Gases Medicinales	A	00	022	A-00-022	117
Ingreso	A	00	023	A-00-023	71,5
Guarda	A	00	024	A-00-024	11
Pasillo Exterior	A	00	025	A-00-025	257
Elevador	A	00	026	A-00-026	8,2

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.3**

*Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de nutrición, proveeduría y especialidades Médicas*

Edificio B (Nutrición, Proveeduría, Especialidades Médicas)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Bodega Proveeduría	B	00	001	B-00-001	17,32
Bodega Alimentos	B	00	002	B-00-002	9,6
Cámara Enfriamiento	B	00	003	B-00-003	6,8
Cámara Enfriamiento	B	00	004	B-00-004	7,1
Bodega Alimentos	B	00	005	B-00-005	9
Cuarto Eléctrico	B	00	006	B-00-006	8,9
Oficina Jefatura Nutrición	B	00	007	B-00-007	5,6
Oficina Nutrición	B	00	008	B-00-008	10,5
Cocina	B	00	009	B-00-009	185,6
Pasillo Exterior	B	00	010	B-00-010	92,1
Aseo	B	00	011	B-00-011	4,1
Bodega	B	00	012	B-00-012	2,4
Área Lavado	B	00	013	B-00-013	77,1
Alimentación	B	00	014	B-00-014	24,4
Comedor	B	00	015	B-00-015	95
Bodega Desechos	B	00	016	B-00-016	5,5
Comedor Exterior	B	00	017	B-00-017	60
Formulas	B	00	018	B-00-018	12,5
Formulas Limpieza	B	00	019	B-00-019	9,3
Escaleras-Bodega	B	00	020	B-00-020	12,7
Cuarto Ascensores	B	00	021	B-00-021	12,8
Ascensores	B	00	022	B-00-022	15,9
Secretaria Nutrición	B	00	023	B-00-023	7,4
Oficina Nutrición	B	00	024	B-00-024	7,9
Jefatura Nutrición	B	00	025	B-00-025	11
Pasillo	B	00	026	B-00-026	237
Bodega Proveeduría	B	00	027	B-00-027	223,8
Bodega Morgue	B	00	028	B-00-028	11,26
Morgue	B	00	029	B-00-029	33
Oficina Proveeduría	B	00	030	B-00-030	12
Bodega Clínica del Dolor	B	00	031	B-00-031	14,62
Bodega Proveeduría	B	00	032	B-00-032	45,5
Recepción Proveeduría	B	00	033	B-00-033	77,2
Escaleras	B	00	034	B-00-034	8,9
Consultorio Clínica del Dolor	B	01	001	B-01-001	13
Consultorio Clínica del Dolor	B	01	002	B-01-002	13,5
Recepción Clínica del Dolor	B	01	003	B-01-003	9,2
Sala Espera Clínica del Dolor	B	01	004	B-01-004	33,5
S.S Pacientes	B	01	005	B-01-005	6,1
S.S Funcionarios	B	01	006	B-01-006	3,5
Observación	B	01	007	B-01-007	27,1
Bodega Clínica del Dolor	B	01	008	B-01-008	11,3
S.S Pacientes	B	01	009	B-01-009	13,6
Bodega Banco Leche	B	01	010	B-01-010	11,16
Donadoras Banco Leche	B	01	011	B-01-011	19,4
Bodega Servicios Generales	B	01	012	B-01-012	52
Bodega	B	01	013	B-01-013	10
S.S Misceláneos	B	01	014	B-01-014	18,8
Audiología	B	01	015	B-01-015	9,3
S.S Pacientes	B	01	016	B-01-016	2,3
Ultrasonidos Urología	B	01	017	B-01-017	13,7
Sala Espera, Urología y Audiología	B	01	018	B-01-018	25
Procedimientos Urología	B	01	019	B-01-019	23,5

Nota: Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.4***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de lavandería*

Edificio C (Lavandería)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Lokers Nutrición	C	00	001	C-00-001	13,8
S.S Nutrición	C	00	002	C-00-002	13,7
Secretaría Lavandería	C	00	003	C-00-003	6,33
Jefatura Lavandería	C	00	004	C-00-004	8,55
Cuarto Eléctrico	C	00	005	C-00-005	1,19
Cuarto Eléctrico	C	00	006	C-00-006	1,22
S.S. Lavandería	C	00	007	C-00-007	3,73
Lokers Lavandería	C	00	008	C-00-008	5,08
Área Lavado	C	00	009	C-00-009	75,8
Bodega de Lavandería	C	00	010	C-00-010	19,35
Químicos	C	00	011	C-00-011	5,6
Área de Doblado	C	00	012	C-00-012	35
Pasillo Exterior	C	00	013	C-00-013	136
Secadoras	C	00	014	C-00-014	18
Pasillo Interior Lavandería	C	00	015	C-00-015	61
Planchado	C	00	016	C-00-016	53
Vestidores	C	00	017	C-00-017	7,2
Gabachas	C	00	018	C-00-018	4,6
Ropa Menuda	C	00	019	C-00-019	30
Pasillo Interior	C	00	020	C-00-020	76,3
Reciclaje	C	00	021	C-00-021	22,5
Compresores	C	00	022	C-00-022	14
Autoclave	C	00	023	C-00-023	31
Carritos	C	00	024	C-00-024	13,5
S.S	C	00	025	C-00-025	1,7
Bodega	C	00	026	C-00-026	16
Pasillo	C	01	001	C-01-001	14
Ropa Sucia	C	01	002	C-01-002	51,3

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.5***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de salud ocupacional y activos*

Edificio D (Salud Ocupacional, Activos)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Oficina Salud Ocupacional	D	00	001	D-00-001	15,4
Choferes Guardia	D	00	002	D-00-002	16,5
S.S Choferes	D	00	003	D-00-003	2,9
Bodega	D	00	004	D-00-004	14,3
S.S Activos	D	00	005	D-00-005	2,3
Oficina Activos	D	00	006	D-00-006	19,5
Bodega Activos	D	00	007	D-00-007	46
Bodega	D	00	008	D-00-008	8,5
Bodega	D	00	009	D-00-009	12,25
Bodega	D	00	010	D-00-010	9,6
Bodega	D	00	011	D-00-011	8,2
Digitalización	D	00	012	D-00-012	13,2
Bodega	D	00	013	D-00-013	6,7
Pasillo Externo	D	00	014	D-00-014	110

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.6***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de transportes*

Edificio E (Transportes)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Oficina Transportes	E	00	001	E-00-001	10,3
Oficina Jefatura Transportes	E	00	002	E-00-002	10,2
Archivo Transportes	E	00	003	E-00-003	4,9
Parqueo Ambulancias	E	00	004	E-00-004	302,17
Pasillo Interior	E	00	005	E-00-005	58

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.7***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de servicios generales, trabajo social, enfermería y CGI*

Edificio F(Servicios Generales, Trabajo Social, Enfermería, CGI)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Pasillo Exterior	F	00	001	F-00-001	154
Jefatura Servicios Generales	F	00	002	F-00-002	15,8
Pasillo Interior Servicios Generales	F	00	003	F-00-003	7,73
Secretaría Servicios Generales	F	00	004	F-00-004	8,14
Supervisión Servicios Generales	F	00	005	F-00-005	7,5
Servicio Sanitario Servicios Generales	F	00	006	F-00-006	3,6
Bodega y Distribución Servicios Generales	F	00	007	F-00-007	17,9
Bodega Servicios Generales	F	00	008	F-00-008	18,1
Servicio Sanitario Trabajo Social	F	00	009	F-00-009	3,6
Oficina Trabajo Social	F	00	010	F-00-010	7,5
Oficina Trabajo Social	F	00	011	F-00-011	7,65
Recepción Trabajo Social	F	00	012	F-00-012	7,9
Pasillo Interior Trabajo Social	F	00	013	F-00-013	7,85
Oficina Trabajo Social	F	00	014	F-00-014	7,1
Archivo Trabajo Social	F	00	015	F-00-015	4
Sala Espera Niños Trabajo Social	F	00	016	F-00-016	9,75
Oficinas Enfermería	F	00	017	F-00-017	18,5
Sala Espera Trabajo Social-Enfermería	F	00	018	F-00-018	14,8
Recepción Enfermería	F	00	019	F-00-019	13,7
Oficina Jefatura Enfermería	F	00	020	F-00-020	13,4
Servicio Sanitario Enfermería	F	00	021	F-00-021	2,1
Archivo Enfermería	F	00	022	F-00-022	2,6
Oficina Trabajo Social	F	00	023	F-00-023	8,75
Jefatura Trabajo Social	F	00	024	F-00-024	12,6
Bodega CGI	F	00	025	F-00-025	4,33
Oficina CGI	F	00	026	F-00-026	9,7
Jefatura CGI	F	00	027	F-00-027	8,9
Servidores	F	00	028	F-00-028	11,3
Archivo CGI	F	00	029	F-00-029	8,1
Taller CGI	F	00	030	F-00-030	14,2
Ingreso CGI	F	00	031	F-00-031	6,9
Servicio Sanitario CGI	F	00	032	F-00-032	4,7
Servicio Sanitario	F	00	033	F-00-033	2,7
Servicio Sanitario	F	00	034	F-00-034	2,7
Servicio Sanitario	F	00	035	F-00-035	3
Cuarto EDUS	F	00	036	F-00-036	29,3
Archivo	F	00	037	F-00-037	16,2
Bodega Activos	F	00	038	F-00-038	52,4
Aseo	F	00	039	F-00-039	5,9

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.8***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de capilla*

Edificio G (Capilla, Infecciones Intrahospitalarias, Epidemiología)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Pasillo Exterior Capilla	G	00	001	G-00-001	181,3
Capilla	G	00	002	G-00-002	94,3
Confesionario	G	00	003	G-00-003	11,3
Servicio Sanitario Capilla	G	00	004	G-00-004	2,5
Servicio Sanitario Capilla	G	00	005	G-00-005	8,9
Bodega	G	00	006	G-00-006	4,9
Epidemiología	G	00	007	G-00-007	12,6
Infecciones Intra-Hospitalarias	G	00	008	G-00-008	14,5
Ultrasonidos	G	00	009	G-00-009	9,8
Aseo	G	00	010	G-00-010	3,1

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.9***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de pediatría, cirugía y ortopedia*

Edificio H (Pediatría, Cirugía, Ortopedia)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Secretaría de Jefatura de Cirugía y Ortopedia	H	00	001	H-00-001	7,21
Jefatura de Cirugía y Ortopedia	H	00	002	H-00-002	10,2
Oficina Asistente Administrativo Medico	H	00	003	H-00-003	9,3
Operadora de Central Telefónica	H	00	004	H-00-004	8,7
Mariposario	H	00	005	H-00-005	65,6
Cuarto de Neonatos	H	00	006	H-00-006	15
Servicio Sanitario de Cuarto de Neonatos	H	00	007	H-00-007	3,9
Bodega	H	00	008	H-00-008	2,8
Cuarto de Neonatos	H	00	009	H-00-009	15,7
Servicio Sanitario de Cuarto de Neonatos	H	00	010	H-00-010	3,4
Servicio Sanitario a Acompañante	H	00	011	H-00-011	2,8
Servicio Sanitario Funcionarios	H	00	012	H-00-012	5,1
Cuarto Séptico	H	00	013	H-00-013	3
Estación de Enfermería	H	00	014	H-00-014	15,8
Servicio Sanitario Cuarto de Aislamiento	H	00	015	H-00-015	3,9
Aseo	H	00	016	H-00-016	2,8
Transfer	H	00	017	H-00-017	2,1
Cuarto de Aislamiento	H	00	018	H-00-018	9,2
Closet Vestidor	H	00	019	H-00-019	2,2
Servicio Sanitario Cuarto de Médicos	H	00	020	H-00-020	2,5
Ducha	H	00	021	H-00-021	1,8
Cuarto de Médicos	H	00	022	H-00-022	10,6
Servicio Sanitario Escolares	H	00	023	H-00-023	2
Escolares	H	00	024	H-00-024	13,2
Pasillo Pediatría	H	00	025	H-00-025	41,3
Pasillo Neonatos	H	00	026	H-00-026	18,2
Bodega	H	00	027	H-00-027	1,8
Neonatos	H	00	028	H-00-028	39,8
Cuarto Aséptico	H	00	029	H-00-029	13,9
Escolares	H	00	030	H-00-030	29,2
Aislamiento	H	00	031	H-00-031	19,2
Anaquele de Insumos Médicos	H	00	032	H-00-032	17,6
Cuarto de Servidores CGI	H	00	033	H-00-033	9,4
Servicio Sanitario de Cuarto de Aislamiento	H	00	034	H-00-034	4,7
Comedor	H	00	035	H-00-035	12,7
Escolares	H	00	036	H-00-036	31,5
Neonatos Cuidados Intermedios	H	00	037	H-00-037	30,8
Cuarto de Procedimientos	H	00	038	H-00-038	9,1
Servicio Sanitario Funcionarios	H	00	039	H-00-039	5,6
Consultorio 1	H	00	040	H-00-040	8,4
Consultorio 2	H	00	041	H-00-041	8,4
Estación de Signos	H	00	042	H-00-042	8,4

Nota: Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.10**

*Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de ginecología, ORL, curaciones y recursos humanos*

Edificio I (Ginecología, ORL, Curaciones, Recursos Humanos)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Cuarto Séptico	I	00	001	I-00-001	7,4
Consultorio ORL	I	00	002	I-00-002	18,3
Servicio Sanitario Pacientes	I	00	003	I-00-003	5,8
Sala Espera ORL y Ultrasonido	I	00	004	I-00-004	26,2
Sala Espera ORL	I	00	005	I-00-005	3,9
Plataforma de Servicios	I	00	006	I-00-006	6,8
Oficina Jefatura Ginecología	I	00	007	I-00-007	7,2
Sala Espera Ginecología	I	00	008	I-00-008	20
Pasillo	I	00	009	I-00-009	5,76
Consultorio Ginecología 1	I	00	010	I-00-010	13,1
Consultorio Ginecología 2	I	00	011	I-00-011	13,9
Cuarto Eléctrico	I	00	012	I-00-012	1,3
Servicio Sanitario Funcionarios	I	00	013	I-00-013	1,6
Servicio Sanitario Funcionarios	I	00	014	I-00-014	1,6
Pasillo Interior Servicios Sanitarios	I	00	015	I-00-015	5,4
Vestíbulo Interior	I	00	016	I-00-016	4
Aseo	I	00	017	I-00-017	2,3
Cuarto Séptico	I	00	018	I-00-018	2,3
Ultrasonido	I	00	019	I-00-019	13,5
Consultorio ORL	I	00	020	I-00-020	13,5
Curaciones 1	I	00	021	I-00-021	16
Servicio Sanitario Funcionarios	I	00	022	I-00-022	2
Aseo	I	00	023	I-00-023	3,8
Pasillo Exterior	I	00	024	I-00-024	76,4
EDUS	I	00	025	I-00-025	25,9
Pasillo Espera	I	00	026	I-00-026	10,2
Curaciones 2	I	00	027	I-00-027	15,7
Pasillo Interior	I	00	028	I-00-028	59
Sala de Espera	I	00	029	I-00-029	23,3
Escaleras	I	01	001	I-01-001	6,8
Aseo	I	01	002	I-01-002	2,5
Oficina Psicología	I	01	003	I-01-003	11,5
Oficina Nomina Salarial	I	01	004	I-01-004	11,7
Oficina Reclutamiento	I	01	005	I-01-005	11,5
Tramites	I	01	006	I-01-006	13,8
Digitalización	I	01	007	I-01-007	5,5
Archivo	I	01	008	I-01-008	2,5
Servicio Sanitario Funcionarios 1	I	01	009	I-01-009	2,3
Servicio Sanitario Funcionarios 2	I	01	010	I-01-010	2,8
Archivo	I	01	011	I-01-011	17
Oficina Jefatura	I	01	012	I-01-012	13,7
Oficina tramites 1	I	01	013	I-01-013	19,46
Oficina tramites 2	I	01	014	I-01-014	19,46
Oficina Capacitación	I	01	015	I-01-015	13,5
Asistente	I	01	016	I-01-016	3,1
Ventanilla de Atención 1	I	01	017	I-01-017	5,7
Ventanilla de Atención 2	I	01	018	I-01-018	5,9
Secretaria Recursos Humanos	I	01	019	I-01-019	2,8
Fotocopiado Audiovisuales	I	01	020	I-01-020	19,7
Servicio Sanitario	I	01	021	I-01-021	1,9
Sala Espera Recursos Humanos	I	01	022	I-01-022	8,5

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.11***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de dirección y administración*

Edificio J (Dirección y Administración)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Servicio Sanitario Funcionarios Sala Sesiones	J	00	001	J-00-001	3
Servicio Sanitario Dirección Administrativa	J	00	002	J-00-002	3,1
Oficina Dirección Administrativa Financiera	J	00	003	J-00-003	16,9
Oficina Secretaria Dirección Administrativa	J	00	004	J-00-004	16,9
Sala de Sesiones	J	00	005	J-00-005	46,4
Archivo Pasivo	J	00	006	J-00-006	2,6
Servicio Sanitario Dirección	J	00	007	J-00-007	2,6
Dirección Médica	J	00	008	J-00-008	26,5
Sala de Espera	J	00	009	J-00-009	20,1
Ingreso	J	00	010	J-00-010	9,3
Comedor	J	00	011	J-00-011	4
Servicio Sanitario	J	00	012	J-00-012	1,9
Secretaría y Mensajería	J	00	013	J-00-013	25
Asistente Dirección General	J	00	014	J-00-014	11,8
Área Financiera Contable	J	00	015	J-00-015	11,5
Control Interno	J	00	016	J-00-016	8,6
Auditoría	J	00	017	J-00-017	8,6
Servicio Sanitario Presupuestos	J	00	018	J-00-018	2,6
Servicio Sanitario Funcionarios	J	00	019	J-00-019	2,6
Sub- Área Presupuestos	J	00	020	J-00-020	18,4
Caja Chica	J	00	021	J-00-021	10,2
Costos Hospitalarios	J	00	022	J-00-022	5,9
Secretaría Dirección y Cuarto Eléctrico	J	00	023	J-00-023	4,3
Asistente Médico Dirección General	J	00	024	J-00-024	9,4
Asesoría Jurídica	J	00	025	J-00-025	14,5
Pasillo Interior	J	00	026	J-00-026	17,9
Pasillo Exterior	J	00	027	J-00-027	131,4
Vigilancia	J	00	028	J-00-028	1
Área de Espera	J	00	029	J-00-029	9,9

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.22***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de sala de operaciones*

Edificio K (Sala de Operaciones)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
S.S Hombres Ambulatoria	K	00	001	K-00-001	7,7
S.S Mujeres Ambulatoria	K	00	002	K-00-002	7,2
Sala de Espera Ambulatoria	K	00	003	K-00-003	13,3
Recepción Ambulatoria	K	00	004	K-00-004	6,7
Sala Espera	K	00	005	K-00-005	4,1
Vestidor de Pacientes	K	00	006	K-00-006	12,3
Servicio Sanitario	K	00	007	K-00-007	3,8
Vestidor del personal (Hombres)	K	00	008	K-00-008	13,35
Cambio de Botas	K	00	009	K-00-009	7,2
Vestidor del personal (Mujeres)	K	00	010	K-00-010	10,3
Sala de Estar	K	00	011	K-00-011	5,3
Transferencia de Camillas	K	00	012	K-00-012	10,8
Almacenamiento Estéril	K	00	013	K-00-013	28,2
Esterilización	K	00	014	K-00-014	15,9
Jefatura de centro de esterilización	K	00	015	K-00-015	8,6
Cuarto Eléctrico	K	00	016	K-00-016	4,7
Vestidor área semirrestringida (Mujeres)	K	00	017	K-00-017	4,2
Autoclave	K	00	018	K-00-018	2,5
Vestidor área semirrestringida (Hombres)	K	00	019	K-00-019	2,5
Centro de Equipos	K	00	020	K-00-020	46,4
Cambio de Botas	K	00	021	K-00-021	2,4
Quirófano 1	K	00	022	K-00-022	21,2
Quirófano 2	K	00	023	K-00-023	21,2
Lavado de Manos	K	00	024	K-00-024	3
Recién Nacidos	K	00	025	K-00-025	12,7
Abastecimiento de Anestesia	K	00	026	K-00-026	6,6
Preanestesia	K	00	027	K-00-027	30
Abastecimiento	K	00	028	K-00-028	9,3
Ropa Limpia	K	00	029	K-00-029	4,2
Estacionamiento de Camillas	K	00	030	K-00-030	2,6
Bodega	K	00	031	K-00-031	11
Servicio Sanitario Pacientes	K	00	032	K-00-032	2,5
Servicio Sanitario Pacientes	K	00	033	K-00-033	10,5
Recuperación Post-Anestesia	K	00	034	K-00-034	9,5
Estación de Enfermería	K	00	035	K-00-035	9,6
Readaptación al Medio	K	00	036	K-00-036	56,6
Preparación de Medicamentos	K	00	037	K-00-037	7,5
Oficina Administrativa	K	00	038	K-00-038	6,6
Secretaría	K	00	039	K-00-039	5,1
Tercer Turno	K	00	040	K-00-040	8
Consumo de Alimentos	K	00	041	K-00-041	10,6
Servicio Sanitario Funcionarios	K	00	042	K-00-042	4,8

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.33***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de maternidad*

Edificio L ( Maternidad)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Vestíbulo	L	00	001	L-00-001	5,6
Pre Labor 1	L	00	002	L-00-002	15,8
Pre Labor 2	L	00	003	L-00-003	15,8
Servicio Sanitario	L	00	004	L-00-004	3,9
Aseo	L	00	005	L-00-005	2,9
Alto Riesgo	L	00	006	L-00-006	15,9
Servicio Sanitario Estación de Enfermería	L	00	007	L-00-007	3,9
Preparación Vacunas	L	00	008	L-00-008	2,8
Estación de Enfermería	L	00	009	L-00-009	15,8
Preparación de Medicamentos	L	00	010	L-00-010	7,5
Cuarto Séptico	L	00	011	L-00-011	7,7
Aislamiento 1	L	00	012	L-00-012	12,8
Transfer	L	00	013	L-00-013	2,4
Servicio Sanitario Aislamiento	L	00	014	L-00-014	4,4
Ducha	L	00	015	L-00-015	3,2
Aislamiento 2	L	00	016	L-00-016	15,7
Servicio Sanitario Funcionarios	L	00	017	L-00-017	3,7
Ultrasonido	L	00	018	L-00-018	5,4
Comedor	L	00	019	L-00-019	7,1
Bodega Sala Partos	L	00	020	L-00-020	3,4
Bodega Maternidad	L	00	021	L-00-021	5,7
Ropa Limpia	L	00	022	L-00-022	11,6
Expulsivos 1	L	00	023	L-00-023	20,5
Procedimientos	L	00	024	L-00-024	5,3
Expulsivos 2	L	00	025	L-00-025	19,8
Labor de Partos	L	00	026	L-00-026	70,9
Servicio Sanitario Pacientes	L	00	027	L-00-027	5,6
Servicio Sanitario Funcionarios	L	00	028	L-00-028	2,9
Servicio Sanitario Pacientes Ley 7600	L	00	029	L-00-029	11,1
Ropa Sucia	L	00	030	L-00-030	6,2
Cuarto Aséptico	L	00	031	L-00-031	3,2
Aseo	L	00	032	L-00-032	3,2
Pasillo Interior 2 de Sala de Partos	L	00	033	L-00-033	14,8
Cambiador	L	00	034	L-00-034	1,4
Toma de Signos	L	00	035	L-00-035	2,1
Pasillo Interior 1 de Sala de Partos	L	00	036	L-00-036	2,3
Vestidor	L	00	037	L-00-037	4,5
Post Parto	L	00	038	L-00-038	19,5
Servicio Sanitario Cuarto Médicos	L	00	039	L-00-039	2,5
Cuarto de Médicos	L	00	040	L-00-040	14,7
Pasillo Interior Expulsivos	L	00	041	L-00-041	24,9
Pasillo Interior Maternidad	L	00	042	L-00-042	61,4
Post Cesáreas	L	00	043	L-00-043	26,4
Cuarto Aséptico	L	00	044	L-00-044	7,74
Servicio Sanitario Pacientes Post Parto	L	00	045	L-00-045	9,4
Post Parto	L	00	046	L-00-046	36,1
Ropa	L	00	047	L-00-047	3,7
Servicio Sanitario Pacientes Ginecología	L	00	048	L-00-048	9,7
Cuarto Aséptico	L	00	049	L-00-049	3,3
Ginecología	L	00	050	L-00-050	36,2
Pasillo Exterior Maternidad	L	00	051	L-00-051	111,5

Nota: Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.14***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de planta de tratamiento*

Edificio M (Planta de Tratamiento)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCC	Metros cuadrados
Cuarto de Máquinas	M	00	001	M-00-001	8,5
Servicio Sanitario	M	00	002	M-00-002	2,5
Oficina Operario Planta de Tratamiento	M	00	003	M-00-003	4,3
Residuos Sólidos 1	M	00	004	M-00-004	8,7
Residuos Sólidos 2	M	00	005	M-00-005	12,5
Residuos Sólidos 3	M	00	006	M-00-006	12,5
Área de Cajas de Registro	M	00	007	M-00-007	47,3
Área de Circulación	M	00	008	M-00-008	158,8

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.45***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de cirugía*

Edificio N (Cirugía)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCC	Metros cuadrados
Vestíbulo	N	00	001	N-00-001	5,1
Ortopedia Mujeres 1	N	00	002	N-00-002	15,6
Ortopedia Mujeres 2	N	00	003	N-00-003	15,8
Servicio Sanitario Ortopedia	N	00	004	N-00-004	3,9
Cuarto Aséptico	N	00	005	N-00-005	2,9
Aislamiento 1	N	00	006	N-00-006	15,7
Servicio Sanitario Aislamiento 1	N	00	007	N-00-007	3,6
Servicio Sanitario Cirugía Hombres	N	00	008	N-00-008	4,9
Servicio Sanitario Discapacitados	N	00	009	N-00-009	6,2
Cirugía Hombres	N	00	010	N-00-010	32,3
Aislamiento 2	N	00	011	N-00-011	15,8
Servicio Sanitario Aislamiento 2	N	00	012	N-00-012	4
Aseo	N	00	013	N-00-013	2,8
Cuarto Médicos	N	00	014	N-00-014	12,5
Servicio Sanitario Cuarto Médicos	N	00	015	N-00-015	2,6
Estación Nutrición	N	00	016	N-00-016	12,5
Servicio Sanitario Cuarto de Procedimientos	N	00	017	N-00-017	2,8
Cuarto de Procedimientos	N	00	018	N-00-018	5,9
Servicio Sanitario Urología	N	00	019	N-00-019	4,2
Urología	N	00	020	N-00-020	29,7
Cirugía de Hombres	N	00	021	N-00-021	23,4
Aislamiento 3	N	00	022	N-00-022	15,9
Servicio Sanitario Aislamiento 3	N	00	023	N-00-023	2,9
Bodega 1	N	00	024	N-00-024	3,3
Servicio Sanitario Funcionarios	N	00	025	N-00-025	3,4
Bodega 2	N	00	026	N-00-026	4,7
Estación de Enfermería	N	00	027	N-00-027	15,8
Cuidados Intermedios	N	00	028	N-00-028	15,8
Área de Preparación de Medicamentos	N	00	029	N-00-029	15,7
Ropa	N	00	030	N-00-030	2
Servicio Sanitario Cirugía de Mujeres	N	00	031	N-00-031	4,7
Cirugía de Mujeres	N	00	032	N-00-032	32,3
Pasillo Interior Cirugía	N	00	033	N-00-033	70,7
Pasillo Exterior Cirugía	N	00	034	N-00-034	137
Oxígenos	N	00	035	N-00-035	26,9
Área de Desechos	N	00	036	N-00-036	8,8
Ingreso y Salida de Oxígenos	N	00	037	N-00-037	35,3

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.16***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de urgencias*

Edificio O (Urgencias)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Observación Niños	0	00	001	O-00-001	19,8
Cuarto Eléctrico	0	00	002	O-00-002	4,9
Cuarto de Procedimientos	0	00	003	O-00-003	14,6
Bodega	0	00	004	O-00-004	1,3
Pasillo Interior Observación	0	00	005	O-00-005	52,6
Estación de Enfermería	0	00	006	O-00-006	8,9
Servicio Sanitario Observación Niños	0	00	007	O-00-007	5,3
Servicio Sanitario Observación Adultos	0	00	008	O-00-008	5,3
Observación Adultos 1	0	00	009	O-00-009	20,3
Observación Adultos 2	0	00	010	O-00-010	40,3
Cuidados Críticos 1	0	00	011	O-00-011	13,9
Bodega de Insumos	0	00	012	O-00-012	14,4
Servicio Sanitario Cuarto Médicos 1	0	00	013	O-00-013	6,5
Cuarto Séptico	0	00	014	O-00-014	7,3
Estación de Enfermería Cuidados Críticos	0	00	015	O-00-015	20,5
Cuidados Críticos 2	0	00	016	O-00-016	7,1
Cuidados Críticos 3	0	00	017	O-00-017	9,1
Cuarto de comunicación de Informática	0	00	018	O-00-018	10,4
Cuarto de Médicos 1	0	00	019	O-00-019	10,5
Cuarto Ropa	0	00	020	O-00-020	2,1
Archivo Pasivo	0	00	021	O-00-021	4,8
Servicio Sanitario Funcionarios	0	00	022	O-00-022	2,7
Pasillo Interior 1	0	00	023	O-00-023	8,4
Pasillo Interior 2	0	00	024	O-00-024	50
Comedor	0	00	025	O-00-025	16,7
Servicio Sanitario Funcionarios 1	0	00	026	O-00-026	2,5
Servicio Sanitario Funcionarios 2	0	00	027	O-00-027	2,5
Ducha Funcionarios	0	00	028	O-00-028	2,4
Área de Casilleros	0	00	029	O-00-029	8,7
Área de Aseo	0	00	030	O-00-030	7,1
Sala Reuniones	0	00	031	O-00-031	9
Bodega	0	00	032	O-00-032	8
Sala de Shock	0	00	033	O-00-033	22,5
Pasillo Interior Urgencias	0	00	034	O-00-034	64
Cirugía Menor	0	00	035	O-00-035	49,1
Jefatura Enfermería	0	00	036	O-00-036	11,2
Cuarto Médicos 2	0	00	037	O-00-037	26,1
Servicio Sanitario Cuarto Médicos 2	0	00	038	O-00-038	2,5
Jefatura Médica	0	00	039	O-00-039	12,8
Camilla 1 Inyectables	0	00	040	O-00-040	4,2
Camilla 2 Inyectables	0	00	041	O-00-041	4,1
Preparación de Medicamentos	0	00	042	O-00-042	7
Inyectables	0	00	043	O-00-043	12,2
Computo en Inyectables	0	00	044	O-00-044	6,7
Estación Enfermería Valoración	0	00	045	O-00-045	4
Consultorio Obstetra	0	00	046	O-00-046	10,7
Valoración	0	00	047	O-00-047	18,3
Estación Vigilancia	0	00	048	O-00-048	5

Nota: Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.17***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de medicina interna*

Edificio P ( Medicina Interna)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RFC	Código SOCO	Metros cuadrados
Área Limpia 1	P	00	001	P-00-001	15,9
Área Limpia 2	P	00	002	P-00-002	15,7
Servicio Sanitario	P	00	003	P-00-003	3,9
Cuarto Séptico	P	00	004	P-00-004	2,8
Internamiento 1	P	00	005	P-00-005	15,7
Internamiento 2	P	00	006	P-00-006	15,8
Internamiento 3	P	00	007	P-00-007	16
Estación de Enfermería	P	00	008	P-00-008	15,8
Internamiento 4	P	00	009	P-00-009	16
Servicio Sanitario Ley 7600	P	00	010	P-00-010	11,3
Servicio Sanitario	P	00	011	P-00-011	4
Bodega Equipo Médico	P	00	012	P-00-012	16
Sala Shock	P	00	013	P-00-013	15,5
Servicio Sanitario	P	00	014	P-00-014	3,8
Bodega	P	00	015	P-00-015	2,9
Internamiento 5	P	00	016	P-00-016	32,6
Consultorio	P	00	017	P-00-017	6,9
Servicio Sanitario	P	00	018	P-00-018	8,8
Observación	P	00	019	P-00-019	33,7
Toma de Muestras	P	00	020	P-00-020	5,7
Aseo	P	00	021	P-00-021	9,8
Cuarto Séptico	P	00	022	P-00-022	2,9
Servicio Sanitario	P	00	023	P-00-023	12,3
Internamiento 6	P	00	024	P-00-024	15,9
Internamiento 7	P	00	025	P-00-025	15,9
Preparación de Medicamentos	P	00	026	P-00-026	15,8
Lokers	P	00	027	P-00-027	3,7
Servicio Sanitario Pacientes	P	00	028	P-00-028	8,1
Servicio Sanitario Personal	P	00	029	P-00-029	2,9
Internamiento 8	P	00	030	P-00-030	32,4
Servicio Sanitario	P	00	031	P-00-031	4,8
Insumos	P	00	032	P-00-032	1,9
Cuarto Médicos	P	00	033	P-00-033	15,9
Supervisión Enfermería	P	00	034	P-00-034	12,9
Servicio Sanitario Supervisión Enfermería	P	00	035	P-00-035	2,2
Pasillo Interior 1	P	00	036	P-00-036	15,9
Transfer	P	00	037	P-00-037	3,4
Pasillo Interior 2	P	00	038	P-00-038	82,9
Ambulancias	P	00	039	P-00-039	45
Pasillo Exterior	P	00	040	P-00-040	54,8

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.18***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de laboratorio y rayos x*

Edificio Q ( Laboratorio, Rayos X)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RFC	Código SOCO	Metros cuadrados
Pasillo Principal Interior	Q	00	001	Q-00-001	66,1
Pasillo Secundario Interior	Q	00	002	Q-00-002	19,1
Sala 3	Q	00	003	Q-00-003	25,4
Servicio Sanitario	Q	00	004	Q-00-004	2
Cuarto de Control Sala 3	Q	00	005	Q-00-005	3,1
Sala 2	Q	00	006	Q-00-006	14,1
Cuarto de Control Sala 2	Q	00	007	Q-00-007	3,8
Vestidor	Q	00	008	Q-00-008	5,3
Cuarto de Control Sala 1	Q	00	009	Q-00-009	3,8
Sala 1	Q	00	010	Q-00-010	19,5
Pasillo Interior Rayos X	Q	00	011	Q-00-011	39,8
Servicio Sanitario Pacientes	Q	00	012	Q-00-012	1,7
Servicio Sanitario Funcionarios	Q	00	013	Q-00-013	1,7
Bodega	Q	00	014	Q-00-014	6,4
Cuarto Interpretación	Q	00	015	Q-00-015	10,8
Vestidor 1	Q	00	016	Q-00-016	2,7
Vestidor 2	Q	00	017	Q-00-017	3,4
Mamografía	Q	00	018	Q-00-018	12,5
Secretaria Rayos X	Q	00	019	Q-00-019	2,5
Ingreso Pacientes	Q	00	020	Q-00-020	2,3
Vestidor	Q	00	021	Q-00-021	3,9
Servicio Sanitario	Q	00	022	Q-00-022	2
Secretaria Pie Diabético	Q	00	023	Q-00-023	1,5
Procedimientos	Q	00	024	Q-00-024	6,7
Secretaria Rayos X	Q	00	025	Q-00-025	4,5
Vigilancia	Q	00	026	Q-00-026	3,9
Lobby	Q	00	027	Q-00-027	46,5
Ingreso Principal	Q	00	028	Q-00-028	28,5
Rampa de Ingreso Principal	Q	00	029	Q-00-029	40
Servicio Sanitario Hombres Pacientes	Q	00	030	Q-00-030	7,3
Servicio Sanitario Mujeres Pacientes	Q	00	031	Q-00-031	7,3
Pasillo Interior Servicios Sanitarios	Q	00	032	Q-00-032	24,8
Aseo	Q	00	033	Q-00-033	5,2
Archivo de Placas	Q	00	034	Q-00-034	17,3
Oficina Rayos X	Q	00	035	Q-00-035	9,4
Sala Espera Rayos x y Laboratorio	Q	00	036	Q-00-036	95,4
Aseo Rayos X	Q	00	037	Q-00-037	5,7
Servicio Sanitario Funcionarios	Q	00	038	Q-00-038	2
Secretaria Laboratorio	Q	00	039	Q-00-039	6,2
Bodega Laboratorio	Q	00	040	Q-00-040	7,2
Vestíbulo Servicios Sanitarios	Q	00	041	Q-00-041	1,2
Servicio Sanitario Funcionarios	Q	00	042	Q-00-042	1,6
Servicio Sanitario Funcionarios	Q	00	043	Q-00-043	2,4
Lavado de Cristalería	Q	00	044	Q-00-044	13,1
Pasillo Interior Laboratorio	Q	00	045	Q-00-045	61,3
Sangrado 1	Q	00	046	Q-00-046	3,4
Sangrado 2	Q	00	047	Q-00-047	3,4
Recepción Muestras	Q	00	048	Q-00-048	4,6
Sangrado 3	Q	00	049	Q-00-049	8,52
Parasitología	Q	00	050	Q-00-050	27,6

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.19***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de farmacia*

Edificio R ( Farmacia)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Ingreso Farmacia	R	00	001	R-00-001	54,5
Sala Espera	R	00	002	R-00-002	46,1
Oficina	R	00	003	R-00-003	8,2
Despacho de Medicamentos	R	00	004	R-00-004	23,7
Pasillo Interior	R	00	005	R-00-005	14,8
Oficina Jefatura Farmacia	R	00	006	R-00-006	8,4
Sala Espera Farmacia Hospitalizados	R	00	007	R-00-007	9,8
Farmacia Hospitalizados	R	00	008	R-00-008	33,6
Oficina CIFA	R	00	009	R-00-009	5,6
Lokers	R	00	010	R-00-010	4,4
Servicio Sanitario Hombres	R	00	011	R-00-011	1,7
Servicio Sanitario Mujeres	R	00	012	R-00-012	4
Área de Preparación de Medicamentos	R	00	013	R-00-013	67
Consultorio Farmacéutico	R	00	014	R-00-014	11,3
Servicio Sanitario Ley 7600	R	00	015	R-00-015	7,3
Rampa de Ingreso Farmacia	R	00	016	R-00-016	21,4
Rampa Farmacia COVID	R	00	017	R-00-017	8,2
Recepción y Despacho de Insumos	R	00	018	R-00-018	12,1
Oficina Farmacéuticos	R	00	019	R-00-019	6,9
Preparación Parenteral	R	00	020	R-00-020	18,2
Servicio Sanitario Bodega 3	R	00	021	R-00-021	2,2
Bodega 3	R	00	022	R-00-022	57,1
Bodega 1	R	00	023	R-00-023	104,9
Bodega 2	R	00	024	R-00-024	31,9
Bodega de Alcohol	R	00	025	R-00-025	9,7
Cuarto Eléctrico	R	00	026	R-00-026	1,5
Pasillo Exterior Farmacia	R	00	027	R-00-027	22,6
Caseta Pozo Agua	R	00	028	R-00-028	9,2
Caseta Vigilancia	R	00	029	R-00-029	4
Mezanine 1	R	01	001	R-01-001	21,1
Mezanine 2	R	01	002	R-01-002	17,6

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Figura A 9.20***Recinto funcional del hospital Carlos Luis Valverde Vega edificio de consulta externa*

Edificio S ( Consulta Externa)					
Nombre del Recinto Funcional	Edificio	Piso	Consecutivo RF	Código SOCO	Metros cuadrados
Ingreso	S	00	001	S-00-001	16,1
Cuarto Séptico	S	00	002	S-00-002	4,5
Servicio Sanitario Pacientes	S	00	003	S-00-003	4,5
Consultorio Odontología 1	S	00	004	S-00-004	22,5
Sala Espera 1	S	00	005	S-00-005	19,5
Plataforma de Citas	S	00	006	S-00-006	15
Recepción de Odontología	S	00	007	S-00-007	15,9
Bodega	S	00	008	S-00-008	3,4
Consultorio Odontología 2	S	00	009	S-00-009	19,4
Secretaria Jefatura Odontología	S	00	010	S-00-010	20,2
Jefatura Consulta Externa	S	00	011	S-00-011	21,7
Servicio Sanitario	S	00	012	S-00-012	2,4
Estación Camillas y Sillas de Ruedas	S	00	013	S-00-013	11,9
Sala Espera 2	S	00	014	S-00-014	42,3
Consultorio 1 Fisiatría	S	00	015	S-00-015	14,5
Consultorio 2 Psiquiatría	S	00	016	S-00-016	11,1
Consultorio 3 Empleados	S	00	017	S-00-017	12,8
Consultorio 4 Ortopedia	S	00	018	S-00-018	14,3
Consultorio 5	S	00	019	S-00-019	9,1
Consultorio 6	S	00	020	S-00-020	9,1
Servicio Sanitario Pacientes Hombres	S	00	021	S-00-021	18,3
Servicio Sanitario Pacientes Mujeres	S	00	022	S-00-022	18,3
Sala Espera 3	S	00	023	S-00-023	24,6
Consultorio 7 Cirugía Vascular	S	00	024	S-00-024	15,6
Cuarto EDUS	S	00	025	S-00-025	15,5
Consultorio 8 Urología	S	00	026	S-00-026	15,6
Consultorio 9 Geriatría	S	00	027	S-00-027	15,6
Consultorio 10 Cirugía	S	00	028	S-00-028	15,1
Sala Espera 4	S	00	029	S-00-029	10
Plataforma 1	S	00	030	S-00-030	19,8
Sala Espera 5	S	00	031	S-00-031	11,3
Consultorio 11 Oftalmología	S	00	032	S-00-032	17,1
Consultorio 12 Dermatología	S	00	033	S-00-033	11,6
Consultorio 13 Dermatología	S	00	034	S-00-034	11,6
Servicio Sanitario Funcionarios	S	00	035	S-00-035	4,8
Consultorio 14 Cirugía	S	00	036	S-00-036	16,7
Archivo	S	00	037	S-00-037	194,6
Bodega	S	00	038	S-00-038	3,4
Bodega	S	00	039	S-00-039	2,8

*Nota:* Obtenido del Código para la identificación del universo de trabajo del Hospital Dr. C.L.V.V. CCSS (2020)

**Apéndice 10.** Entrevistas de validación

**“EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN HERRAMIENTA SPCM POR PARTE DE LOS SUPERVISORES DE CADA UNA DE LAS SUB ÁREAS DE I&M DEL H.C.L.V.V.”**

**Instrumento de Recolección de Datos - Escala de Evaluación de Satisfacción del Cliente**

**Investigadores:** José Emanuel Porras / Joshuan López

Estimado (a) señor (a) este cuestionario tiene como objetivo, determinar el grado de impacto del proyecto brindado evaluando la funcionalidad de la herramienta SPCM propuesta para abordar la problemática de la ausencia de una adecuada gestión y planificación en los procesos de mantenimiento del área de ingeniería y mantenimiento del Hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega. El cuestionario es parte del Trabajo Final de Graduación de la carrera Ingeniería Industrial impartida por la Universidad de Costa Rica Sede de Occidente denominado “*Rediseño del plan de mantenimiento para el área de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital Carlos Luis Valverde Vega*”.

**Instrucciones** - Para completar la siguiente encuesta marqué con una “X” en la casilla que considere el nivel de impacto de acuerdo con cada una de las interrogantes planteadas, donde “Deficiente” es el nivel más bajo y “Muy bueno” el más alto. En caso de no tener conocimiento del impacto asociado seleccione “No hay evidencia”. Si presenta alguna duda o dificultad durante la evaluación comuníquese a uno de los investigadores. Lea detenidamente cada aspecto por evaluar y tómese el tiempo que requiera necesario para contestar.

<b>1. Evaluación del módulo de administración de técnicos</b>	No hay evidencia	Deficiente	Aceptable	Regular	Bueno	Muy bueno
· ¿Cuál es nivel del impacto del módulo en relación a la administración del tiempo del personal técnico?						
· ¿Cuál es el impacto de poder asignar un equipo de trabajo para la ejecución de un proyecto?						
· ¿Cuál es el impacto de " <i>conocer de la capacidad resolutive</i> " al diseñar el cronograma de mantenimiento?						
<b>2. Evaluación del módulo de diseño de cronogramas de mantenimiento preventivo</b>	No hay evidencia	Deficiente	Aceptable	Regular	Bueno	Muy bueno
· ¿Cuál es el nivel de impacto del módulo en las funciones como supervisor?						
· ¿Cuál es en nivel de agilidad y eficacia al diseñar los planes de mantenimiento por medio del SPCM?						
· ¿Cuál es el nivel de impacto en las funciones el poder " <i>mapear las fechas de intervenciones de mantenimiento</i> "?						

<b>3. Evaluación del módulo Kamban</b>	No hay evidencia	Deficiente	Aceptable	Regular	Bueno	Muy bueno
· ¿Cuál es el nivel de impacto del sistema Kanban para la administración de las órdenes de trabajo?						
· ¿Cuál es el nivel de impacto del módulo de visualización de las órdenes atrasadas y el poder posponer las órdenes de trabajo?						
· ¿Cuál es el nivel de impacto de la herramienta SPCM respecto al sistema SOCO en las funciones?						
<b>4. Evaluación del módulo control KPI</b>	No hay evidencia	Deficiente	Aceptable	Regular	Bueno	Muy bueno
· ¿Cuál es el nivel de impacto asociado a medir y controlar el cumplimiento de la programación del departamento?						
<b>5. Evaluación del módulo control de solicitud de órdenes correctivas</b>	No hay evidencia	Deficiente	Aceptable	Regular	Bueno	Muy bueno
· ¿Cuáles es el nivel de impacto que ofrece este módulo para la ejecución de las actividades?						
· En el contexto de la inhabilitación de los servidores de la CCSS ¿Cuál es el nivel de impacto de la herramienta SPCM en la solución de esta problemática?						

*Nota:* Elaboración propia, diseño realizado en Google Forms (CCSS, 2021).

## Apéndice 11. Charlas de capacitación

### Figura A 11.1.

*Charla de capacitación al departamento de mantenimiento del Hospital México*



*Nota: Charla de colaboración con el departamento de mantenimiento del Hospital México.*

### Figura A 11.2.

*Charla de capacitación al departamento de mantenimiento del Hospital México*



*Nota: Charla de colaboración con el departamento de mantenimiento del Hospital México.*