

**PLAN DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS CENTRADO EN
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CLÍNICA DE URGENCIAS
BUCARAMANGA S.A.S**

**FABIÁN YESID ACOSTA VEGA
CARLOS STEVEN RODRÍGUEZ CORREA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2017

**PLAN DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS CENTRADO EN
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CLÍNICA DE URGENCIAS
BUCARAMANGA S.A.S**

**FABIÁN YESID ACOSTA VEGA
CARLOS STEVEN RODRÍGUEZ CORREA**

Proyecto de Grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico

**Director
CARLOS BORRAS PINILLA
Ph. D en Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2017

AGRADECIMIENTOS

Al personal administrativo de la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S., y en particular al Doctor Fernando Villarreal Amaya, que permitieron que este proyecto se materialice.

Al Ingeniero Carlos Borrás Pinilla, Director de Proyecto de grado, por su presencia incondicional, sus relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de este proyecto.

Al Ingeniero Alberto Pertuz Comas por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN	17
1.1 UBICACIÓN	17
1.2 MISIÓN	19
1.3 VISIÓN.....	19
1.4 SERVICIOS	19
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	23
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	23
3.2.1 Mantenimiento correctivo	23
3.2.2 Mantenimiento preventivo	24
3.3 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO	26
3.4 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	26
3.5 DIAGRAMA PARETO	27
3.5.1 Elaboración del diagrama de Pareto	29
3.6 ESTUDIO FINANCIERO	30

4. NORMATIVA COLOMBIANA PARA EL MANTENIMIENTO DE CLÍNICAS Y HOSPITALES	31
4.1 RESOLUCIÓN 2003 DE 2014	31
4.2 CIRCULAR EXTERNA N.º 29 (MARZO 13 DE 1997)	33
5. AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO	36
5.1 REALIZACIÓN DE LAS ENTREVISTAS.....	36
5.2 REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
5.3 BLOQUES A MEJORAR:.....	40
5.4 ACCIONES DE MEJORA PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	42
6. CODIFICACIÓN Y TAXONOMÍA DE LOS EQUIPOS.....	43
6.1 RESULTADOS DE CODIFICACIÓN.....	47
7. TEORÍA DE LA CRITICIDAD	58
7.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD SEMICUANTITATIVO “CTR” (CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO)	59
7.1.1 Listado de elementos	59
7.1.2 Asignación de valores ponderados	60
7.1.3 Asignación de valores y CTR	62
7.1.4 Matriz de criticidad (escalonada).	62
7.1.5 Resultados análisis de Criticidad Total por Riesgo	63
7.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR PRINCIPIO DE PARETO	69
7.2.1 Equipos industriales de uso hospitalario	69
7.2.2 Equipos biomédicos	71
7.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS CRITICIDAD	76

8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO	77
8.1 CREACIÓN DE HOJAS DE VIDA.....	78
8.2 PROTOCOLOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	79
8.3 LISTA DE TAREAS PREVENTIVAS.....	88
8.4 ORDENES DE TRABAJO.....	93
8.5 CRONOGRAMAS.....	94
8.6 LISTAS DE CHEQUEO EQUIPOS DE BAJA CRITICIDAD.....	94
8.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA FÍSICA.	96
8.8 GESTIÓN DE RECURSOS.....	97
8.9 CONTRATACIÓN.	97
9. SISTEMA COMPUTARIZADO DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO	99
9.1 REQUERIMIENTOS BÁSICOS	99
9.2 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE	100
9.2.1 Módulos	101
9.2.2 Control de órdenes de trabajo.....	109
10. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	112
10.1 REDUCCIÓN DE COSTOS.....	112
10.2 INVERSIONES.	114
10.3 ANÁLISIS BENEFICIOS COSTOS.....	116
11. CONCLUSIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	126

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logotipo de la empresa	17
Figura 2. Planta física Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S	18
Figura 3. Ubicación en el mapa	18
Figura 4. Servicios Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.	20
Figura 5. Línea cronológica del mantenimiento	27
Figura 6. Representación diagrama de Pareto	28
Figura 7. Representación gráfica resultados auditoria.....	39
Figura 8. Taxonomía de la Clínica urgencias Bucaramanga.	43
Figura 9. Estructura del código taxonómico.	44
Figura 10. Representación gráfica de departamentos y áreas.....	45
Figura 11. Distribución de equipos industriales y biomédicos.....	60
Figura 12. Matriz de criticidad equipos biomédicos	63
Figura 13. Matriz de criticidad equipos industriales	63
Figura 14. Diagrama Pareto equipos industriales de uso hospitalario	69
Figura 15. Diagrama Pareto equipos biomédicos CUB.....	72
Figura 16. Organigrama de distribución de equipos y sistemas.....	77
Figura 17. Ficha técnica para la planta de emergencia.	78
Figura 18. Ficha técnica equipo de rayos x.	79
Figura 19. Ordenes de trabajo mantenimiento preventivo planta de emergencia. .	93
Figura 20. Cronograma de equipos electromecánicos.....	94
Figura 21. Diagrama de flujo de datos software.....	101
Figura 22. Diagrama de módulos.....	102
Figura 23. Ingreso al sistema.....	103
Figura 24. Control y estado de tareas.....	103
Figura 25. Solicitud de mantenimiento	104

Figura 26. Solicitudes de mantenimiento	104
Figura 27. Gestión de permisos de usuarios.	105
Figura 28. Historial de solicitudes	106
Figura 29. Cronogramas de mantenimiento Software.....	107
Figura 30. Módulo de documentación.....	108
Figura 31. Módulo para la administración del equipo.....	109
Figura 32. Orden de trabajo generada.....	109
Figura 33. PARTE 1: Diagrama ordenes de trabajo software	110
Figura 34. PARTE 2: Continuación diagrama órdenes de trabajo software	111
Figura 35. Análisis Ingresos - Egresos	119
Figura 36. Grafica perfil VAN	122

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Bloques a analizar	37
Tabla 2. Parte A de la encuesta realizada	38
Tabla 3. Resultado auditoria mantenimiento.....	40
Tabla 4. Departamentos de la clínica.....	44
Tabla 5. Áreas definidas en los departamentos	45
Tabla 6. Equipos biomédicos	46
Tabla 7. Equipos electromecánicos.	47
Tabla 8. Resultado código taxonómico	48
Tabla 9: Valores ponderados equipos industriales de uso hospitalario	61
Tabla 10: Valores ponderados equipos biomédicos	62
Tabla 11. Tabla de resultados equipos industriales de uso hospitalario	64
Tabla 12. Tabla de resultados equipos biomédicos	66
Tabla 13. Calculo de costos totales y porcentajes acumulados equipos industriales.....	70
Tabla 14. Calculo de costos totales y porcentajes acumulados equipos biomédicos.....	72
Tabla 15. Costos de mantenimiento preventivo externalizado por semestre.....	112
Tabla 16. Equipos de aire acondicionado externalizados.	113
Tabla 17. Costo de compra de repuestos.	114
Tabla 18. Ahorro total en contos de mantenimiento.....	114
Tabla 19. Inversiones en equipos y adecuación de áreas.	115
Tabla 20. Inversión en equipos biomédicos.....	116
Tabla 21. Costos capacitaciones.	116
Tabla 22. Costo de inversiones de activos.	116
Tabla 23. Disminución total de costos.	117

Tabla 24. Amortización de la inversión.	117
Tabla 25. Ingresos de ahorro y utilidad.	118
Tabla 26. Total, de egresos por año.	118
Tabla 27. Cálculos de viabilidad del proyecto.	119
Tabla 28. Resultados de viabilidad del proyecto.	121

LISTA DE ANEXOS*

Anexo A. Acta de reunión auditoria de mantenimiento.

Anexo B. Encuestas auditoria de mantenimiento.

Anexo C. Tablas de equipos Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.

Anexo D. Tabla de asignación de valores y CTR.

Anexo E. Protocolos de mantenimiento según manuales de servicio.

Anexo F. Listas de tareas preventivas.

Anexo G. Cronogramas de mantenimiento.

Anexo H. Diagramas de Pareto.

* Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS CENTRADO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CLÍNICA DE URGENCIAS BUCARAMANGA S.A.S*

AUTORES: Carlos Steven Rodríguez Correa, Fabián Yesid Acosta Vega**

PALABRAS CLAVE: PROGRAMA, MANTENIMIENTO, PREVENTIVO, BIOMÉDICO, ELECTROMECAÁNICO.

DESCRIPCIÓN:

En la Clínica Urgencias Bucaramanga S.A.S se realizó un plan de mantenimiento preventivo, e implementó un sistema informático que aportó beneficios sustanciales a la gestión del mantenimiento. Obteniendo resultados satisfactorios en la minimización de los costos destinados a la sección de mantenimiento de la clínica, y garantizando el óptimo servicio de los diferentes equipos biomédicos y electromecánicos evitando las fallas imprevistas.

Inicialmente se desarrolló una auditoria para verificar el estado de la gestión de mantenimiento, encontrando así falencias en distintos aspectos que dieron pautas para una mejora; se continuo con la realización del inventario de los equipos presentes en procesos misionales de la institución, con el fin, de elaborar una codificación significativa en la que se condesó la información más importante de cada equipo y finalmente con base a los resultados obtenidos se realizó un análisis de criticidad que permitió identificar los equipos más críticos, y recopilar toda la información referente al mantenimiento de aquellos equipos para la elaboración de protocolos, tareas preventivas y listas de chequeo.

Toda la información fue recopilada en un software el cual está encargado de recibir información de fallas, elaborar órdenes de trabajo y generar el cronograma de las tareas preventivas en base a la información suministrada. En conclusión, fue generada una propuesta que contempla la reducción de costos de mantenimiento en los equipos de refrigeración disminuyendo el contrato externo y la comprando unos equipos que cumplieron con su vida útil, y así, analizando la viabilidad de implementación del proyecto dando una tasa de recuperación interna del 32%, siendo muy aceptable y beneficioso para la empresa.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Borrás Pinilla PhD. Ing. Mecánico

ABSTRACT

TITLE: MAINTENANCE PLAN AND ASSET MANAGEMENT CENTERED IN PREVENTIVE MAINTENANCE FOR CLÍNICA DE URGENCIAS BUCARAMANGA S.A.S*

AUTHORS: Carlos Steven Rodríguez Correa, Fabián Yesid Acosta Vega**

KEYWORDS: PROGRAM, MAINTENANCE, PREVENTIVE, BIOMEDICAL, ELECTROMECHANICAL.

DESCRIPTION:

At Clínica Urgencias Bucaramanga S.A.S, a preventive maintenance plan was implemented, and a computer system was implemented that provided substantial benefits to maintenance management. Obtain satisfactory results in the minimization of costs with the maintenance section of the clinic, and ensuring optimal service of the different biomedical and electromechanical equipment avoiding unforeseen failures.

Initially an audit was carried out to check the state of maintenance management, thus finding shortcomings in the names that gave guidelines for an improvement; we have to continue with the inventory of the teams in the missionary processes of the institution, in order to elaborate to the meaningful codification in which the most important information of each team was condensed and finally with the base of the results obtained was realized analysis of criticality that allowed to identify the most critical equipment, and to collect all the information regarding the maintenance of these equipment for the elaboration of protocols, preventive tasks and checklists.

All information on the collection in the software which is responsible for receiving fault information, work orders and the schedule of preventive tasks based on the information provided. In conclusion, an idea was generated that contemplates the reduction of the maintenance costs in the refrigeration equipment that diminishing the external contract and the purchase of equipment that fulfilled its useful life, and thus, analyzing the feasibility of implementation of the project giving to internal recovery rate of 32%, being very acceptable and beneficial to the company.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Borrás Pinilla PhD. Ing. Mecánico

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento en clínicas y hospitales es un aspecto importante y fundamental para garantizar un buen servicio y lograr la certificación de calidad que otorga el ministerio de salud.

La Clínica Urgencias Bucaramanga S.A.S. es una empresa prestadora de servicios de salud enfocada a garantizar asistencia médica a la comunidad de la ciudad de Bucaramanga por este motivo es fundamental tener un plan de mantenimiento que asegure el pleno funcionamiento de su infraestructura.

Teniendo en cuenta que la empresa se encuentra en expansión y ampliación de cobertura, tiene la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento estructural que incluya los equipos misionales e infraestructura. La finalidad de este plan es extender la fiabilidad y confiabilidad de dichos equipos, para así, obtener un mejor servicio en los distintos procesos que ofrece la institución.

Para elaboración de este trabajo de grado y fundamentación de este plan, se requiere del uso de diferentes herramientas de gestión de mantenimiento tales como auditorias e indicadores de gestión de mantenimiento, análisis de criticidad por medio de ponderados y de costos por el principio de Pareto, además de una codificación taxonómica de equipos. Que permiten el óptimo registro de las tareas, planeación y gestión en el departamento de mantenimiento.

Con la implementación del plan de mantenimiento se espera el uso de ayudas informáticas que den mejor distribución de los recursos empleados por la clínica en el mantenimiento, un menor índice de fallas y la reducción de los costos que estas fallas conllevan.

1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

La Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S es constituida el día 03 de enero de 2013 y nace como respuesta a la demanda de servicios de tercer nivel en el área, prestando los servicios bajo los principios del Sistema Obligatorio de la Garantía de la Calidad de la Atención en Salud.

Figura 1. Logotipo de la empresa



Fuente: Dpto. Sistemas Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.

1.1 UBICACIÓN

La Clínica de Urgencias Bucaramanga se encuentra ubicada en la carrera 33 #53-27 Cabecera del Llano, Bucaramanga, Colombia.

Figura 2. Planta física Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S



Fuente: Dpto. Sistemas Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S

Figura 3. Ubicación en el mapa



Fuente: GOOGLE MAPS 2017 [en línea] disponible en:
<<https://www.google.es/maps>>

1.2 MISIÓN

La Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S es una Institución Prestadora de servicios de salud, comprometida con la seguridad del paciente, el medio ambiente, el bienestar de nuestros colaboradores, la formación académica dentro del marco de la relación docencia - servicio y el cumplimiento de los principios del Sistema Obligatorio de la Garantía de la Calidad de la Atención en Salud para preservar y mejorar la calidad de vida de nuestros usuarios en la comunidad del oriente colombiano

1.3 VISIÓN

La Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S proyecta ser en el año 2018 una institución líder de la región en prestación de servicios de salud y ser reconocida por el cumplimiento de los estándares requeridos conforme a la reglamentación del Sistema General de Seguridad Social en Salud, la seguridad del paciente, compromiso con el medio ambiente, el bienestar de sus colaboradores y la formación académica dentro del marco de la relación docencia - servicio para preservar la calidad de vida de los usuarios.

1.4 SERVICIOS

Los servicios de la Clínica de Urgencias Bucaramanga están disponible 24 horas, con cómodas instalaciones y un equipo multidisciplinario para la atención médica definida según la prioridad de cada paciente. La institución cuenta con:

Figura 4. Servicios Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.



Fuente: Dpto. Sistemas Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un plan de mantenimiento de infraestructura y dotación para las áreas de planta física, equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario en la Clínica de Urgencias Bucaramanga. Cumpliendo los requisitos exigidos por el ministerio de salud.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico al proceso de mantenimiento de la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S y establecer las falencias de este, usando como guía las teorías propuestas en el libro “Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión” del autor Francisco Javier González Fernández.
- Proponer un sistema de codificación significativo de acuerdo con la norma ISO 14224, incluyendo la ubicación de la máquina, nombre del equipo y numero asignado para los equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario.
- Realizar un análisis criticidad por medio de indicadores de gestión y el principio de Pareto para determinar los equipos críticos de la institución.
- Establecer un plan maestro de mantenimiento preventivo, dirigido a los equipos electromecánicos y biomédicos que presenten mayor criticidad. Adicionalmente desarrollar listas de tareas y de limpieza de las instalaciones físicas de la institución.

- Implementar un software de mantenimiento utilizando código de programación PHP, que comprenda las siguientes características: conexión directa entre los diferentes departamentos de servicio y el departamento de mantenimiento, generar ordenes de mantenimiento en una lista de pendientes, sistematizar las observaciones de las averías, tener una lista de protocolos a realizar y recordatorio de estos, con módulos en: mantenimiento, almacén, urgencias, hospitalización, cuidados intensivos, sistemas informáticos.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un conjunto de tareas que se llevan a cabo en instalaciones, maquinaria y equipos con el fin de garantizar el total funcionamiento así evitando en lo posible paradas inesperadas o fallas que detengan el funcionamiento de la empresa, además de esto alargar la vida útil de los equipos que pertenezcan a la clínica.

Otro tema que abarca el mantenimiento es la reducción de los costes de fallas y así minimizando los costes de mantenimiento dando un mejor uso a los recursos y optimizando el presupuesto que se invierte en la manutención de los equipos e instalaciones, en la practica el mantenimiento el alcance depende del tipo de industria e instalación.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.2.1 Mantenimiento correctivo. Este mantenimiento es muy poco usado últimamente, pero fue el pilar para el desarrollo de los demás tipos de mantenimiento, su concepto se basa es en intervenir la maquina cuando se ha producido una falla que afecte la producción de la fábrica o departamento a la que esta pertenece, normalmente es usado en máquinas que no tiene relevancia la empresa, pero no tan poca importancia para restablécele su funcionalidad.¹

¹ SERVICIO DE APRENDISAJE NACIONAL . Manual de mantenimiento. Bogotá D.C.: 1991. p. 13.

Ventajas:

- Debido a que no posee cronogramas de actividades se tiene que contar con un almacén de repuestos para que en el momento de la falla sea más asequible para reparación y con un tiempo de parada más bajo.
- Este mantenimiento al ser de emergencia requiere de tener en la nómina personal capacitado para que lleve a cabo las tareas de reparación, por este motivo no es necesario tantos recursos de personal.

Desventajas:

- La predicción de fallas es muy difícil lo que repercute en paros inesperados que pueden llegar afectar la producción de la empresa aumentando así los costes del imprevisto.
- Debido que no se tiene un seguimiento detallado de las fallas, por ende, pueden ser diversas, lo que repercute en los tiempos de reparación siendo difícil estimar un tiempo de restablecimiento.
- No se tiene certeza que después de la reparación esta no falle por otro motivo, lo que reduce mucho la confiabilidad de la máquina.

3.2.2 Mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se enfoca en prevenir las fallas en lo posible y consta de intervenciones periódicas establecidas en muchas ocasiones por los manuales de mantenimiento del fabricante, como en otras por criterios de los operarios o reportes de reparaciones anteriores, su finalidad es alargar al máximo la vida útil y garantizar tanto la confiabilidad como la fiabilidad de la máquina.

Otra característica de este tipo de mantenimiento es que se tiene la certeza de los tiempos requeridos para las intervenciones necesarias y además los recursos tanto

materiales como de personal, el éxito del mantenimiento preventivo es la planificación y la documentación detallada de todas las tareas que se deben realizar.

Ventajas:

- Tiene un considerable alargamiento de la vida útil del equipo.
- Disminuye notablemente las fallas imprevistas y garantiza una mayor confiabilidad.
- Cuenta con protocolos elaborados para los diferentes sistemas o partes que conforman una máquina.
- Reducción significativa de los tiempos por paradas imprevista y a su vez los costos que se pueden generar por dichas fallas.
- Debido a que los tiempos de fallos son mínimos se garantiza una buena producción y además una disponibilidad máxima.

Desventaja:

- Requiere de más recursos que el mantenimiento correctivo debido a que se tiene que hacer una inversión previa.
- Si no se realiza un buen análisis del abarque del plan de mantenimiento puede generar sobre costos que pueden repercutir en las mejoras del mantenimiento.
- Necesita que se encuentre involucrado todo el personal que pertenezca al departamento de mantenimiento.
- En la mayoría de los casos las mejoras son muy poco plausibles.
- A la hora de implementación puede tener demoras ya que posee muchos factores que afectan este tipo de mantenimiento.

3.3 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO

El propósito inicial del mantenimiento en una empresa es tener operable sus equipos, con el fin de tener confiabilidad y disponibilidad de cada uno de estos, y obtener la calidad del servicio, a su vez la disminución de los costes de fallas en el mantenimiento como los costos en la línea de producción. Además de:

- Disminuir los tiempos de fallas en los equipos.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos.
- Disminuir los costos por averías espontaneas.
- Preservar una buena disponibilidad en las máquinas.
- Extender la vida útil del equipo.
- Restaurar el funcionamiento de los equipos lo más pronto.

3.4 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Las tareas de mantenimiento tuvieron su inicio desde tiempos remotos, pero a partir del de la revolución industrial fue donde tuvo más importancia, ya que, el auge de las fábricas por tener una alta producción hizo que las maquinas trabajaran hasta el punto de perdieran su funcionalidad, a pesar de que el pensamiento en esa época era la fabricación de máquinas muy robustas que garantizan una alta durabilidad.

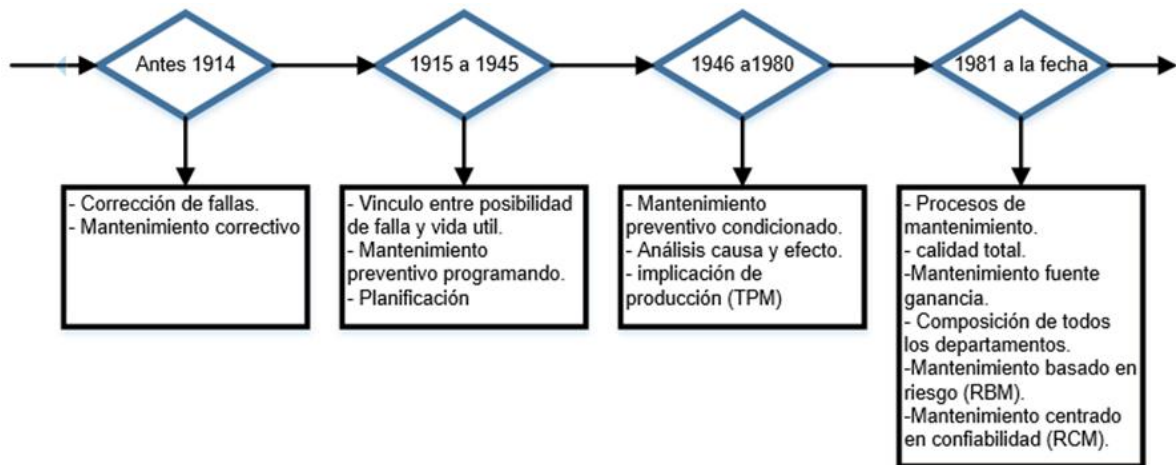
Sin embargo, las tareas de mantenimiento se fueron haciendo más frecuentes, pero, aun así, era el mantenimiento correctivo el que más predominada, a medida que los modelos de administración fueron evolucionando nace el mantenimiento preventivo, el cual es vasado en la gestión de recursos y las repercusiones que estos traerían a la producción si las labores de mantenimiento se hicieran después de la falla.

A pesar de que las labores de mantenimiento preventivo eran más costosas que las de correctivo, ya que implicada la intervención de las maquinas cambiándole piezas

antes que fallaran, este tipo de mantenimiento fue muy importante en la segunda guerra mundial dando a las fabricas una máxima disponibilidad. A medida que la administración se vino involucrando más en los departamentos de mantenimiento fueron apareciendo las nuevas teorías con las cuales contamos hoy día.

En la siguiente figura se ilustra una línea cronológica de la evolución del mantenimiento.

Figura 5. Línea cronológica del mantenimiento



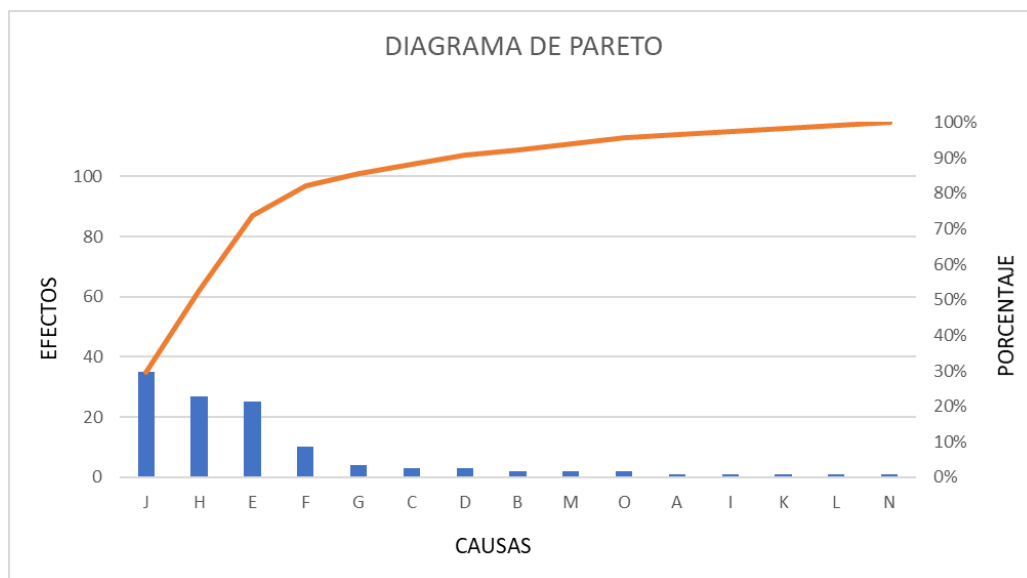
3.5 DIAGRAMA PARETO

El diagrama Pareto es un método estadístico que nos permite identificar los problemas que se están presentando a nivel de producción en una fábrica, con este principio también llamado (ley 80-20) se puede implementar para diversos factores como maquinas, procesos, personal, fallas, costos, etc. Con el fin de establecer decisiones que puedan traer mejoría centrando todos los esfuerzos en el problema que se esté presentando.

Este diagrama es una herramienta a la cual se puede acceder con mucha facilidad y que puede llegar a detectar los indicios más relevantes a los cuales se les debe dar más importancia, volviendo a la expresión (ley 80-20) y aplicándolo al mantenimiento de equipos, nos indica que existen ciertos equipos tribales que, por lo general son un porcentaje del veinte por ciento de los elementos analizados, los cuales, generan en un ochenta por ciento las fallas, costes o defectos.²

El otro ochenta por ciento de los equipos puede llegar a generar repercusiones que no afectan significativamente y en caso de ser intervenidas no se obtienen resultados notorios. Con esta metodología se logra que el departamento de mantenimiento pueda centrar sus recursos en cuanto a tiempo, personal y costo en aquellos equipos para así tener una mejor gestión del mantenimiento.

Figura 6. Representación diagrama de Pareto



Las características que posee un diagrama Pareto es una gráfica de barras y líneas con tres ejes donde en el eje horizontal en el caso del mantenimiento se puede

² GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Calidad Total y Productividad . Mexico, D.F. : McGRAW-HILL, 2010. p. 179.

ubicar equipos, causas de fallas o tareas, dependiendo de la aplicación del diagrama de Pareto. En el eje vertical de la izquierda debe representar las causas en termino de unidades a las cuales sirvan para determinar la magnitud del efecto.

Para tener una mejor idea de la utilidad de este eje se complementan con las barras del diagrama que indican el efecto unitario que conlleva cada causa, además también se una para tener un estimado de los valores de los efectos que causan el veinte por ciento de los equipos.

3.5.1 Elaboración del diagrama de Pareto. Para la elaboración de un diagrama de Pareto se pueden tomar diferentes datos ya sea las frecuencias de fallas o también se puede usar un análisis más enfocado a la administración de recursos con los costos de mantenimiento, de fallas y de repuestos, el enfoque del diagrama depende de la problemática que se desea intervenir.

Para empezar, se deberá realizar una recopilación de información. Después se hace una estratificación y organización de los datos obtenidos, procediendo a elaborar una tabla donde en su primera fila este las causas del diagrama, es decir, los equipos, cusas de fallas, etc. En las siguientes filas se pone la demás información relevante, los costos, el número de frecuencias, los ponderados de fallas, etc.

Se organizan los resultados de estas operaciones de mayor a menor y por último se hace una suma acumulativa de los porcentajes, el resultado de esta suma al final tiene que ser cien por ciento de no ser así se debe revisar el procedimiento de las operaciones anteriores.

3.6 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero tiene por objeto determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto, y el monto de los ingresos que se aspira recibir en cada uno de los períodos de vida útil.

Se puede definir como un proceso que comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudio de los estados financieros y datos operacionales de un negocio. Esto implica el cálculo e interpretación de porcentajes, tasas, tendencias, indicadores y estados financieros complementarios o auxiliares.³

³ PRIETO HURTADO, Carlos Alberto. Análisis Financiero. Bogotá D.C.: Fundacion para la Educacion superior San Mateo, 2010.

4. NORMATIVA COLOMBIANA PARA EL MANTENIMIENTO DE CLÍNICAS Y HOSPITALES

4.1 RESOLUCIÓN 2003 DE 2014

De acuerdo con esta resolución el **ministerio de salud y protección social** tiene como referencia para las certificaciones de las diferentes entidades prestadoras del servicio de salud, donde se verifican los diferentes parámetros con los cuales se entregará a la entidad el registro especial de prestadores de salud para su habilitación del servicio.

Uno de los aspectos importantes que verifica esta entidad estatal es lo referente al manteniendo en la infraestructura y la dotación de los diferentes equipos biomédicos e industriales que estén involucrados en los procesos críticos asistenciales e institucionales. A continuación, se presentarán los extractos de la norma que hace referencia al mantenimiento:

Estándares de habilitación⁴

Los estándares de habilitación son las condiciones tecnológicas y científicas mínimas e indispensables para la prestación de servicios de salud, aplicables a cualquier prestador de servicios de salud, independientemente del servicio que éste ofrezca.

El cumplimiento de los estándares de habilitación es obligatorio, dado que si los estándares son realmente esenciales como deben ser, la no obligatoriedad

⁴ MIN SALUD. Resolución 2003 de 2014. Bogotá: MIN SALUD. 2014. p. 21.

implicaría que el Estado permite la prestación de un servicio de salud a conciencia que el usuario está en inminente riesgo. En este sentido, no deben presentarse planes de cumplimiento. El alcance de cada uno de los estándares es:

- **Infraestructura.** Son las condiciones y el mantenimiento de la infraestructura de las áreas asistenciales o características de ellas, que condicionen procesos críticos asistenciales.
- **Dotación.** Son las condiciones, suficiencia y mantenimiento de los equipos médicos, que determinen procesos críticos institucionales.

Criterios de Habilitación por Servicio⁵

Los criterios definidos a continuación corresponden a aquellos que deben ser cumplidos por los prestadores para cualquier servicio objeto de habilitación que se pretenda prestar.

- **Dotación:** Realizar el mantenimiento de los equipos biomédicos eléctricos o mecánicos, con sujeción en un programa de revisiones periódicas de carácter preventivo de equipos, cumpliendo con los requisitos e indicaciones dadas por los fabricantes y con los controles de calidad de uso corriente, en los equipos que apliquen. Lo anterior estará consignado en la hoja de vida del equipo con el mantenimiento correctivo.

En los sistemas centralizados de gases medicinales, se realiza el mantenimiento a los componentes del sistema como unidades de regulación, cajas de control, alarmas, compresores, secadores, monitores y bombas de succión.

⁵ Ibíd., p. 26.

Verificación del Cumplimiento de las Condiciones de Habilitación⁶

La verificación de las condiciones de habilitación tiene por objeto constatar el cumplimiento de las obligaciones que tienen los prestadores de servicios en el componente del sistema único de habilitación del Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad, de conformidad con lo establecido en el presente Manual.

El proceso de verificación de las condiciones de habilitación de los servicios de salud debe tener en cuenta los siguientes conceptos y definiciones:

- **En Infraestructura.** Las siguientes condiciones de infraestructura deben ser cumplidas por el prestador, antes de iniciar su proceso de habilitación:

Planes de mantenimiento de la planta física, instalaciones físicas e instalaciones fijas.

Planes de mantenimiento de los equipos fijos.

- **En Dotación.** En el recorrido por la institución seleccione al menos 3 equipos biomédicos, solicite los manuales correspondientes y verifique en la hoja de vida que se están siguiendo las recomendaciones de mantenimiento y calibración establecidas por el fabricante.

4.2 CIRCULAR EXTERNA N.º 29 (MARZO 13 DE 1997)⁷

Uno de los principales objetivos de esta circular es garantizar que las entidades prestadoras de servicio de salud proporcionen el funcionamiento eficiente de los

⁶ Ibíd., p. 199.

⁷ Superintendencia Nacional de Salud. Circular Externa No. 23. Marzo 13 de 1997.

recursos físicos y así obtener el rendimiento máximo de la inversión económica en los recursos para la atención en salud.

Responsabilidad en la elaboración de los planes de mantenimiento

El jefe o coordinador del servicio de mantenimiento y el director, deberán elaborar anualmente los planes de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación de la institución prestadora de servicios de salud. En estos se indicarán las actividades que van a ser desarrolladas, los objetos susceptibles del mantenimiento y los recursos destinados para estas, entre otras cosas.

Objetivos del plan de mantenimiento

- Asegurar la asignación, dentro de los recursos destinados por la institución, de los montos necesarios para el desarrollo de las labores de mantenimiento hospitalario, conforme a las necesidades previstas y manifiestas.
- Distribuir los recursos humanos, físicos y económicos con el fin de cubrir las tareas de mantenimiento hospitalario.
- Suministrar a las directivas de la institución y demás dependencias el cronograma de mantenimiento para que estas actúen coordinadamente, de igual manera proporcionar medios para el control y evaluación de la gestión de mantenimiento.

Organización del plan de mantenimiento

Los planes de mantenimiento serán de elaboración anual y se sugiere que incluyan como mínimo dos capítulos, uno para la infraestructura y otro para la dotación. Donde el contenido de cada capítulo sea como sigue:

- **Mantenimiento de la infraestructura:** Edificios, Instalaciones físicas, Redes eléctricas, de sistemas y comunicaciones, telefónicas, hidráulicas y de vapor, redes cloacales, redes de conducción de gases medicinales, Áreas adyacentes a las edificaciones.
- **Mantenimiento de la dotación:** El equipo industrial de uso hospitalario, Plantas eléctricas, Equipos de lavandería y cocina, Calderas, Bombas de agua Autoclaves y equipos de esterilización, Equipos de refrigeración y aire acondicionado, Equipos relacionados con servicios de apoyo hospitalario, Otros equipos industriales.
- **El equipo biomédico:** Se entiende como todo aparato o máquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, electrónicas, mecánicas y/o híbridas desarrollado para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud.

5. AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

Al realizar una auditoría de mantenimiento, se comprueba cómo se están gestionando los diferentes puntos que conforman el desarrollo de las actividades del departamento de mantenimiento de la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S, con el objetivo de encontrar las falencias y proponer acciones necesarias para mejorar los resultados.

Como punto inicial se hace una visita a las diversas áreas de institución que desempeñen funciones importantes en el desarrollo de las actividades misionales, con la ayuda de los encargados de mantenimiento se resaltan las falencias en los procesos y actividades de mantenimiento.

Se realizan las entrevistas y la respectiva recolección de información al personal de mantenimiento, luego se procede a computar y representar gráficamente la información obtenida.

Con las encuestas ya terminadas, se analizan los valores obtenidos, se representan gráficamente y procedemos a proponer soluciones a los problemas encontrados.

5.1 REALIZACIÓN DE LAS ENTREVISTAS

En el libro (Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión) Francisco Fernández propone 12 bloques de análisis que contemplan 128 preguntas claves, que diagnostican con certeza la situación de un departamento de mantenimiento. Cada pregunta tiene una valoración entre 0, 10, 20, 30 y 40 puntos, que depende de la trascendencia que la misma tiene sobre el bloque analizado.

Se deben realizar las encuestas propuestas a los principales responsables del departamento de mantenimiento proponiendo ser lo más ecuanímes posible. Ante la duda en dos probables puntuaciones elegir la más baja de ambas para ser lo más exigente posible.

Tabla 1. Bloques por analizar

Letra	Bloque
A	Organización general
B	Métodos y sistemas de trabajo
C	Control técnico de instalaciones y equipos
D	Gestión de la carga de trabajo
E	Compra y logística de repuestos y equipos
F	Sistemas informáticos
G	Organización del taller de mantenimiento
H	Herramientas y medios de prueba
I	Documentación técnica
J	Personal y formación
K	Contratación
L	Control de la actividad

Se realizó una reunión con los encargados de mantenimiento con el objetivo de llenar la información de las encuestas, reunión de la cual se dejó constancia por medio de un acta, la cual se puede consultar en el **Anexo A**.

A continuación, se muestra una de las encuestas realizadas, la demás se pueden consultar en el **Anexo B**.

Tabla 2. Parte A de la encuesta realizada

A. Organización general	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Están las responsabilidades y las tareas de los capataces o encargados y de los contraмаestres claramente definidas por escrito?	0	-	-	-	20
2. ¿Tiene cada sección y/o actividad un presupuesto de funcionamiento específico y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	0	-	-	-	10
3. ¿Existen descripciones para las funciones (en terrenos de responsabilidad) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20
4. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento de mantenimiento?	0	-	-	-	30
5. ¿Se comprueba las responsabilidades y los puestos definidos en la organización de forma periódica para su adaptación?	0	-	-	-	10
6. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura del departamento de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10	20	30	40
7. ¿Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se imputan adecuadamente las actividades y repuestos?	0	-	-	-	20
8. Los departamentos de compra, ingeniería o explotación, ¿tiene en cuenta de forma activa a mantenimiento en los nuevos estudios o instalaciones?	0	10	-	20	30
9. ¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora técnicos y organizativos?	0	5	-	15	20
10. El personal de explotación u operación, ¿tiene instrucciones y ejecuta operaciones de mantenimiento de primer nivel o inspecciones?	0	5	10	15	20
11. ¿Tienen objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de base para disponer de resultados del servicio prestado?	0	10	-	20	30
12. ¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de indicadores de calidad de servicio percibida por nuestros clientes?	0	10	-	20	30
A – 280 puntos posibles				Total:	210

Fuente: FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Auditoria Del Mantenimiento e Indicadores de gestión. España: Fundación Confemetal, 2004.

5.2 REPRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez realizados los cuestionarios anteriores, se representan gráficamente por medio de un mallado o trama, mediante 12 ejes separados 30°, en los cuales se simboliza la información obtenida en los bloques abordados (A, B, C...). En cada eje se indica la siguiente información: Puntuación obtenida, puntuación máxima posible y puntuación mínima posible, que para este caso será el 50% de la puntuación máxima en cada eje. Tras ello se observan cuáles son los valores que se encuentran por debajo del mínimo y deben ser tratados.

Figura 7. Representación gráfica resultados auditoria

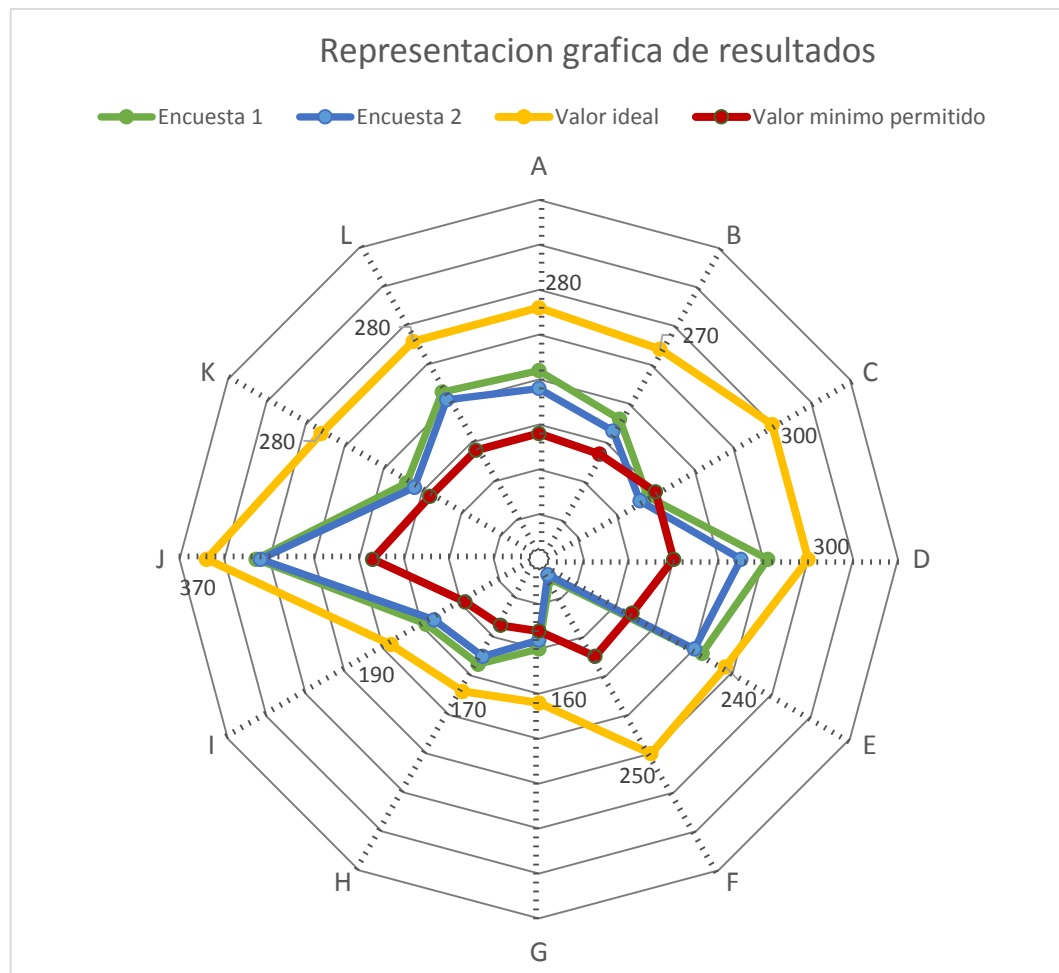


Tabla 3. Resultado auditoria mantenimiento

Letra	Bloque	Calificación
A	Organización general	Aprobado
B	Métodos y sistemas de trabajo	Aprobado
C	Control técnico de instalaciones y equipos	Deficiente
D	Gestión de la carga de trabajo	Aprobado
E	Compra y logística de repuestos y equipos	Aprobado
F	Sistemas informáticos	Deficiente
G	Organización del taller de mantenimiento	Deficiente
H	Herramientas y medios de prueba	Aprobado
I	Documentación técnica	Aprobado
J	Personal y formación	Aprobado
K	Contratación	Deficiente
L	Control de la actividad	Aprobado

5.3 BLOQUES A MEJORAR:

Como se puede observar en la Tabla 3 la empresa presenta falencias en los bloques C, F, G, K, A. Revisando individualmente las preguntas de cada encuesta podemos tener mayor profundidad y conocimiento de las causas del bajo desempeño en estos ítems. A continuación, se presenta dichas causas.

Bloque C: Control técnico de instalaciones y equipos

- No se tienen ejecutados análisis de criticidad, equipos y estudios de avería, así como métodos de fallo.
- Los equipos no cuentan con un número de identificación único diferente del número cronológico de entrada o compra

- Se dispone de poca información de las horas imputadas por mantenimiento, piezas consumidas y costes, equipamiento por equipamiento.

Bloque F: Sistemas informáticos

En este ítem se evidencian falencias en casi todas las preguntas, debido a que el departamento de mantenimiento no cuenta con un software general de mantenimiento

Bloque G: Organización del taller de mantenimiento

- Las zonas de trabajo, descanso y paso se encuentran medianamente señalizadas
- El espacio que tiene el departamento de mantenimiento para las actividades de reparación no es suficiente y se tiene que hacer uso del pasillo para hacer reparaciones
- No se encuentran debidamente identificadas las zonas de materiales útiles, averiados y de envío o recepción exterior.
- No se dispone de terminales que permitan cerrar y abrir ordenes de trabajo en los diferentes puntos de la empresa.

Bloque K: Contratación

- No se tiene un expediente al día por asunto y procedimiento para cada servicio externalizado.

- El control de los servicios realizados por contratistas no se realiza de manera rigurosa y detallada

5.4 ACCIONES DE MEJORA PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Tras haber finalizado todo el proceso de la auditoria y después de realizar el respectivo análisis a los resultados, se proponen las siguientes alternativas para solucionar los bloques de resultados deficientes.

- Realizar análisis de criticidad para establecer las prioridades de revisión y mantenimiento de los equipos, esto de la mano con un respectivo proceso de codificación taxonómica y la implementación de mejoras en el registro de la información resultante de las tareas de mantenimiento (horas imputadas por mantenimiento, piezas consumidas y costes).
- Implementar un sistema informático de administración de mantenimiento, que ayude a planificar e inspeccionar el mantenimiento preventivo
- Reestructurar la planta física de mantenimiento delimitando las zonas de trabajo y descanso. Establecer el departamento de mantenimiento con sus respectivas subdivisiones de reparación, finanzas, etc.
- Tener más control en los procesos de contratación de servicios externalizados, exigiendo reportes detallados de los trabajos realizados junto con los costos de estos.

6. CODIFICACIÓN Y TAXONOMÍA DE LOS EQUIPOS

Una codificación significativa es de gran importancia para la gestión del mantenimiento, ya que facilita el manejo de datos y sintetiza la información más relevante de los equipos.

La norma ISO 14224 establece una jerarquía piramidal, aplicada en la estructura de los equipos misionales de la Clínica de Urgencias Bucaramanga, permite desarrollar un código de cuatro niveles, en donde los dos niveles más altos de la pirámide representan los datos de uso o la ubicación, los cuales representan importancia en las labores de mantenimiento, por otra parte, los siguientes niveles representan los distintos equipos y así ayudando a diferenciar las labores de mantenimiento de cada uno de ellos. En la Figura 8 se muestra la estructura piramidal que se realizó.

Figura 8. Taxonomía de la Clínica urgencias Bucaramanga.

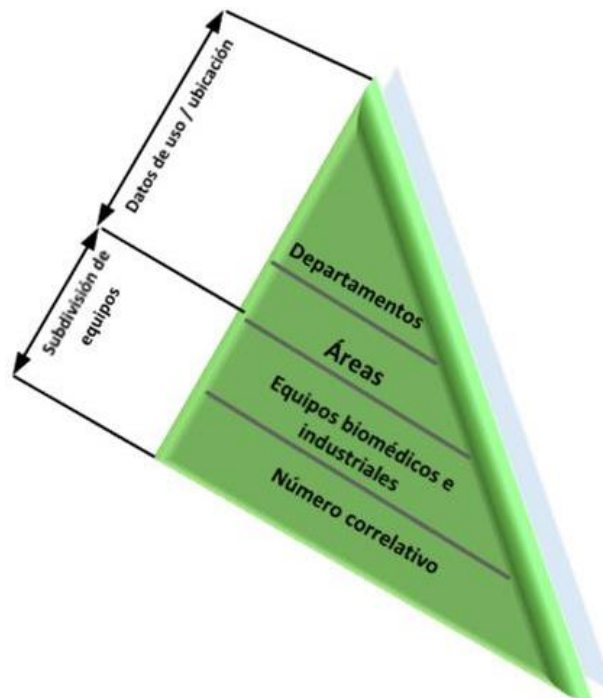
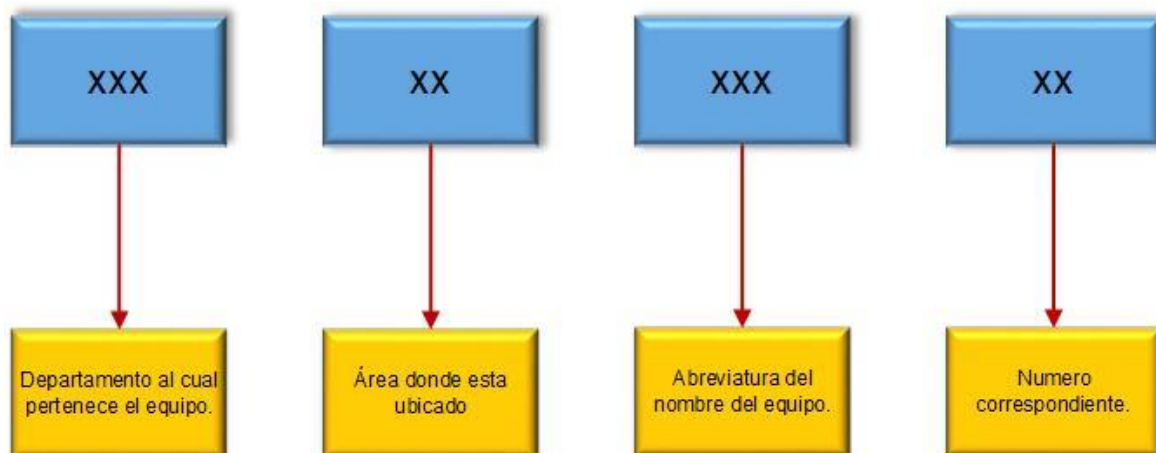


Figura 9. Estructura del código taxonómico.



Ya que el código se genera tanto para equipos electromecánicos y biomédicos se realizó una junta con el fin de establecer los números y tipo de caracteres por cada nivel, generando una nomenclatura amigable con los técnicos y jefes de mantenimiento, Figura 9. la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S. está conformada por nueve departamentos, para su codificación se sugirió una abreviatura de tres letras se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Departamentos de la clínica

Departamentos	código
Administrativo	ADM
Cirugía	CXX
Hospitalización	HOP
Mantenimiento	MAT
Morgue	MOR
Rayos X	RXX
Sistemas	SIT
UCI	UCI
Urgencias	URG

Continuando con la codificación las áreas de cada departamento se establecieron un total de 21 áreas distribuidas en diferentes departamentos la Figura 10 hace una representación gráfica de cada departamento y las áreas que lo conforman.

Figura 10. Representación gráfica de departamentos y áreas.



De igual manera para este nivel de jerarquía fue sugerido un código de dos caracteres el sería las iniciales de las palabras que conforman el nombre de cada área, en la Tabla 5 se encuentra la codificación respectiva.

Tabla 5. Áreas definidas en los departamentos

Área	Código	Área	Código
Auditorio	AD	Habitaciones tercer piso	HT
Auditorias medicas	AU	Oficina doctor pinilla	OF
Sala de conferencia	CF	Oficina mantenimiento	OM
Cuarto Maquinas	CM	Recuperación CX	RC
Contabilidad	CT	Recursos humanos	RH
Cubículos	CU	Sala de cirugía	SC
Dirección administrativa	DA	Sala juntas	SJ

Área	Código	Área	Código
Financiera	FN	Sala Morgue	SM
Facturación	FT	Sala rayos X	SR
Gerencia	Gr	Sala de Sistemas	SS
Habitaciones cuarto piso	HC		

Para el tercer nivel en cual está constituido por una abreviatura del nombre de cada equipo, se le asignaron tres caracteres debido a que hay equipos de nombre similares y se elaboró una tabla para equipos electromecánicos y otra para biomédicos como se observa en la Tabla 6 y Tabla 7 mostradas a continuación.

Tabla 6. Equipos biomédicos

Equipos Biomédicos	Código	Equipos Biomédicos	Código
CAMA ELECTROHIDRÁULICA	CEH	MAQUINA DE ANESTESIA	MAN
DEFIBRILADOR	DES	MARCADOR DE PLACAS	MPL
ECÓGRAFO	ECO	MESA DE ALBEE	MEA
ELECTRO BISTURÍ	ELB	MESA QUIRÚRGICA	MEQ
ELECTROCARDIOGRAFO	ELC	MICROSCOPIO	MIC
EQUIPO DE RAYOS X ARCO EN C	RXC	MONITOR DE SIGNOS VITALES	MOS
EQUIPO RAYOS X PORTÁTIL	RXP	MONITOR FETAL	MOF
EQUIPO RAYOS X	ERX	MONITOR Medico laparoscopia	MGM
INCUBADORA	INC	MONITOR MULTIPARÁMETROS	MOM
INTENSIFICADOR DE IMÁGENES	INI	PROCESADORA PLACAS RX	PRX
LÁMPARA AUXILIAR	LAU	SIERRA DE YESOS	SIY
LÁMPARA CIELÍTICA	LCL	VENTILADOR	VET
LÁMPARA CIELÍTICA 7 FOCOS	LCS		

Tabla 7. Equipos electromecánicos.

Equipos Electromecánicos	Código	Equipos Electromecánicos	Código
AIRE ACONDICIONADO - VENTANA	AAC	CALDERA-CONTINENTAL	CDC
AIRE ACONDICIONADO-TECAM-MINI SPLIT	AAM	COMPRESOR-INGERSOLL-RAND	CPI
AIRE ACONDICIONADO-STARLIGHT- CASSETTE	AAS	ESTERILIZADOR A VAPOR-Steris-CENTURY MEDIUM	ETV
AIRE ACONDICIONADO-TYPHOON-CENTRALIZADO	AAT	MOTOR COMPRESOR-NECARTE	MCP
Acensor-Mitsubishi	ACE	PLANTA DE EMERGENCIA-DETROIT	PED
Bomba Tanque-Hidromac	BOM	PLANTA DE TELÉFONOS PANASONIC	PTM
BOMBA DE VACIO-AMICO	BOV	TRANSFORMADOR (subestación eléctrica)-GAMNS	TFM
COMPRESOR DE AIRE MEDICINAL-AMICO	CAM	TRANSFERENCIA	TFR

El cuarto nivel del código taxonómico es un número que representa la cantidad de equipos que se encuentran por área, el fin de la implementación de este código es reemplazar el anterior código usado por el departamento de mantenimiento para la identificación de los equipos era el número de activo de la empresa, con esto se espera agilizar los procesos de mantenimiento y de archivado de la documentación.

6.1 RESULTADOS DE CODIFICACIÓN.

En la Tabla 8 representada a continuación se mostrará una recopilación de los cuatro niveles jerárquicos de la taxonomía propuesta para la Clínica de Urgencias Bucaramanga S. A. S.

Tabla 8. Resultado código taxonómico

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
CIRUGÍA	SALAS CIRUGÍA	AIRE ACONDICIONADO-TYPHOON-ANSTO31	01	CXX-SC-AAT-01
		AIRE ACONDICIONADO-TYPHOON-3R-01-10T5-THC	02	CXX-SC-AAT-02
		AIRE ACONDICIONADO-STARLIGHT-FCP6-000BTV	01	CXX-SC-AAS-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	01	CXX-SC-AAM-01
		DESFIBRILADOR-MINDRAY-BENEHEART	01	CXX-SC-DES-01
		ELECTRO BISTURÍ-VALLEYLAB-FORCE 2	01	CXX-SC-ELB-01
		ELECTRO BISTURÍ-VALLEYLAB-FORCE 2	02	CXX-SC-ELB-02
		ELECTRO BISTURÍ-VALLEYLAB-FORCE 2	03	CXX-SC-ELB-03
		ELECTRO BISTURÍ-VALLEYLAB-FORCE 2	04	CXX-SC-ELB-04
		ELECTRO BISTURÍ-VALLEYLAB-FX-60	05	CXX-SC-ELB-05
		ELECTRO BISTURÍ - VALLEYLAB-FORCE 2	06	CXX-SC-ELB-06
		EQUIPO DE RAYOS X ARCO EN C-LAND WIND-LWX-CS	01	CXX-SC-RXC-01
		EQUIPO RAYOS X PORTÁTIL-INTERMEDICAL-BASIC 4003	01	CXX-SC-RXP-01
		INCUBADORA-Atom-60AD	01	CXX-SC-INC-01
		INCUBADORA-DAVID-YP-90	02	CXX-SC-INC-02
		LÁMPARA CIELÍTICA-HEAL FORCE-F6060	01	CXX-SC-LCL-01
		LÁMPARA CIELÍTICA-CASTLE-CLASS 1B	02	CXX-SC-LCL-02
		LÁMPARA CIELÍTICA-POLARIS-2SATELITES	03	CXX-SC-LCL-03
		LÁMPARA CIELÍTICA - HANAULUX	04	CXX-SC-LCL-04
		LÁMPARA CIELÍTICA - HANAULUX	05	CXX-SC-LCL-05

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		LÁMPARA CIELÍTICA 7 FOCOS-HANAULUX -DO-350	01	CXX-SC-LCS-01
		MAQUINA DE ANESTESIA-DATEX OHMEDA -AESPIRE S/5	01	CXX-SC-MAN-01
		MAQUINA DE ANESTESIA-OHMEDA DATEX-AESPIRE S/5	02	CXX-SC-MAN-02
		MAQUINA DE ANESTESIA-PENLON-PRIMA – SP	03	CXX-SC-MAN-03
		MAQUINA DE ANESTESIA-PENLON-PRIMA – SP	04	CXX-SC-MAN-04
		MAQUINA DE ANESTESIA-PENLON-PRIMA – SP	05	CXX-SC-MAN-05
		MAQUINA DE ANESTESIA-DATEX OHMEDA-AESPIRE	06	CXX-SC-MAN-06
		MAQUINA DE ANESTESIA-MINDRAY-WATOEX-20	07	CXX-SC-MAN-07
		MESA QUIRÚRGICA-AMSCO -EAGLE	01	CXX-SC-MEQ-01
		MESA QUIRÚRGICA-AMSCO-1080	02	CXX-SC-MEQ-02
		MESA QUIRÚRGICA-AMSCO-2080	03	CXX-SC-MEQ-03
		MESA QUIRÚRGICA-SHAMPAIN-S	04	CXX-SC-MEQ-04
		MESA QUIRÚRGICA-MINDRAY-HYBASE	05	CXX-SC-MEQ-05
		MESA QUIRÚRGICA- SALA 2-	06	CXX-SC-MEQ-06
		MICROSCOPIO-KARL KAPS-D35614	01	CXX-SC-MIC-01
		MICROSCOPIO-CARL ZEISS-FASERBELE UCHTUNG	02	CXX-SC-MIC-02
		MICROSCOPIO -CARL ZEISS-GMBH	03	CXX-SC-MIC-03
		MONITOR GRADO MEDICO-STRYKER	01	CXX-SC-MGM-01
		MONITOR MULTIPARÁMETROS-MINDRAY-IMEC 12	01	CXX-SC-MOM-01

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- MINDRAY-IMEC 12	02	CXX-SC-MOM-02
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- MINDRAY-IMEC 12	03	CXX-SC-MOM-03
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- MINDRAY-IMEC 12	04	CXX-SC-MOM-04
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- MINDRAY-IMEC 12	05	CXX-SC-MOM-05
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- PENLON	06	CXX-SC-MOM-06
		Ups-TRIPP-LITE-1KVA	01	CXX-SC-UPS-01
	RECUPERACIÓN CIRUGÍA	AIRE ACONDICIONADO- TECAM	01	CXX-RC-AAM-01
		MESA DE ALBEE-AMSCO-	01	CXX-RC-MEA-01
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	01	CXX-RC-MOM-01
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	02	CXX-RC-MOM-02
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	03	CXX-RC-MOM-03
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	04	CXX-RC-MOM-04
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	05	CXX-RC-MOM-05
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	06	CXX-RC-MOM-06
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	07	CXX-RC-MOM-07

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	08	CXX-RC-MOM-08
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	09	CXX-RC-MOM-09
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	10	CXX-RC-MOM-10
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	11	CXX-RC-MOM-11
		MONITOR MULTIPARAMETROS- MINDRAY-IMEC-8	12	CXX-RC-MOM-12
UCI	CUBÍCULOS	AIRE ACONDICIONADO- STARLIGHT-Split	01	UCI-CU-AAC-01
		AIRE ACONDICIONADO- YORK-Split	02	UCI-CU-AAC-02
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	01	UCI-CU-CEH-01
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	02	UCI-CU-CEH-02
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	03	UCI-CU-CEH-03
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	04	UCI-CU-CEH-04
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	05	UCI-CU-CEH-05
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	06	UCI-CU-CEH-06
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROOM-CENTURY CC	07	UCI-CU-CEH-07

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		CAMA ELECTROHIDRÁULICA-HILL ROM-CENTURY CC	08	UCI-CU-CEH-08
		DESFIBRILADOR-MINDRAY- BENEHEART D3	01	UCI-CU-DES-01
		ELECTROCARDIOGRAFO- WELCH ALLYN-CP 50 AP	01	UCI-CU-ELC-01
		MONITOR DE SIGNOS- MINDRAY-UMEC	01	UCI-CU-MOS-01
		MONITOR MULTIPARAMETROS- PENLON-SP-M5	01	UCI-CU-MOM-01
		MONITOR MULTIPARAMETROS- PENLON-SP-M5	02	UCI-CU-MOM-02
		MONITOR MULTIPARAMETROS- PENLON-SP-M5	03	UCI-CU-MOM-03
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- PENLON -SP-M5	04	UCI-CU-MOM-04
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- PENLON -SP-M5	05	UCI-CU-MOM-05
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- PENLON -SP-M5	06	UCI-CU-MOM-06
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- PENLON -SP-M5	07	UCI-CU-MOM-07
		MONITOR MULTIPARAMETROS- PENLON-SP-M5	08	UCI-CU-MOM-08
		MONITOR MULTIPARÁMETROS - PENLON -SP-M5	09	UCI-CU-MOM-09
		Ups-TRIPP-LITE-6KVA	01	UCI-CU-UPS-01
		VENTILADOR-NELLCOR PURITAN BENNET-840	01	UCI-CU-VET-01
		VENTILADOR-NELLCOR PURITAN BENNET-840	02	UCI-CU-VET-02

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		VENTILADOR-NELLCOR PURITAN BENNET-840	03	UCI-CU-VET-03
		VENTILADOR-NELLCOR PURITAN BENNET-840	04	UCI-CU-VET-04
		VENTILADOR-MEUVENT- GRAPHNETTS	05	UCI-CU-VET-05
		VENTILADOR-MEUVENT- GRAPHNETTS	06	UCI-CU-VET-06
		VENTILADOR-MEUVENT- GRAPHNETTS	07	UCI-CU-VET-07
		VENTILADOR-MEUVENT- GRAPHNETTS	08	UCI-CU-VET-08
		VENTILADOR -VERSAMED- 1.4	09	UCI-CU-VET-09
		VENTILADOR -VERSAMED- 1.4	10	UCI-CU-VET-10
		VENTILADOR -VERSAMED- 1.4	11	UCI-CU-VET-11
		VENTILADOR -VERSAMED- 1.4.5	12	UCI-CU-VET-12
HOSPITALIZAC IÓN	HABITACIONES TERCER PISO	DESFIBRILADOR-MINDRAY- BENEHEART D3	01	HOP-HT-DES-01
		ELECTROCARDIOGRAFO- WELCH ALLYN-CP 50 AP	01	HOP-HT-ELC-01
		MONITOR DE SIGNOS VITALES-WELCH ALLYN- SPOT	01	HOP-HT-MOS-01
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- WELCH ALLYN-45NTO	01	HOP-HT-MOM-01
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- WELCH ALLYN-45NTO	02	HOP-HT-MOM-02
		AIRE ACONDICIONADO- SMART COMFORT-AS1CD12DB0	01	HOP-HT-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	02	HOP-HT-AAM-02
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	03	HOP-HT-AAM-03

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
	HABITACIONES CUARTO PISO	MONITOR MULTIPARÁMETROS- WELCH ALLYN-45NTO	01	HOP-HC-MOM-01
		MONITOR MULTIPARÁMETROS- WELCH ALLYN-45NTO	02	HOP-HC-MOM-02
		MONITOR FETAL- HUNTLEIGH-BD4000XS	01	HOP-HC-MOF-01
		DEFIBRILADOR-PRIMEDIC- XD110XE	01	HOP-HC-DES-01
		DEFIBRILADOR -MINDRAY- BENEHARTD3	02	HOP-HC-DES-02
		ELECTROCARDIOGRAFO- EDAN	01	HOP-HC-ELC-01
		AIRE ACONDICIONADO- SMART COMFORT-AS1CD12DB0	01	HOP-HC-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO- SMART COMFORT-AS1CD12DB0	02	HOP-HC-AAM-02
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	03	HOP-HC-AAM-03
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	04	HOP-HC-AAM-04
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	05	HOP-HC-AAM-05
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	06	HOP-HC-AAM-06
		AIRE ACONDICIONADO-LG- Vn09CE	07	HOP-HC-AAM-07
		AIRE ACONDICIONADO- Starlight-Paquete exterior	08	HOP-HC-AAM-08
		AIRE ACONDICIONADO- Starlight-Paquete exterior	09	HOP-HC-AAM-09
		Ups-TRIPP-LITE-1,5KVA	01	HOP-HC-UPS-01
URGENCIAS	CUBÍCULOS	LÁMPARA AUXILIAR -WELCH ALLYN- EYO LIGTH	01	URG-CU-LAU-01
		MONITOR DE SIGNOS VITALES-MINDRAY-MEC 1200	01	URG-CU-MOS-01

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		MONITOR DE SIGNOS VITALES-MINDRAY-MEC 1201	02	URG-CU-MOS-02
		MONITOR DE SIGNOS VITALES-MINDRAY-IMEC-8	03	URG-CU-MOS-03
		MONITOR DE SIGNOS VITALES-MINDRAY-IMEC-8	04	URG-CU-MOS-04
		SIERRA DE YESOS-STRYKER-840	01	URG-CU-SIY-01
		DEFIBRILADOR -MINDRAY-BENEHARTD3	01	URG-CU-DES-01
		ELECTROCARDIOGRAFO-EDAN	01	URG-CU-ELC-01
		AIRE ACONDICIONADO-MCQUAY	01	URG-CU-AAM-01
		Ups-TRIPP-LITE-1KVA	01	URG-CU-UPS-01
		Ups-TRIPP-LITE-1KVA	02	URG-CU-UPS-02
RAYOS X	SALA RAYOS X	EQUIPO RX-GENERAL ELECTRIC	01	RXX-SR-ERX-01
		MARCADOR DE PLACAS-KODAK-X-OMATIC	01	RXX-SR-MPL-01
		INTENSIFICADOR DE IMÁGENES-GENERAL ELECTRIC-OEC-9400	01	RXX-SR-INI-01
		PROCESADOR DE IMÁGENES-GENERAL ELECTRIC-4THGEN	01	RXX-SR-PRX-01
		PROCESADORA PLACAS RX-KODAK-M35A-MX OMAT	02	RXX-SR-PRX-02
		ECOGRAFO-MINDRAY-DP330	01	RXX-SR-ECO-01
		ECOGRAFO-MEDISON-ACCUVIX	02	RXX-SR-ECO-02
MANTENIMIENTO	CUARTO DE MAQUINAS	COMPRESOR DE AIRE MEDICINAL-AMICO-ASDD120PSSN	01	MAT-CM-CAM-01
		CALDERA-CONTINENTAL-E52C3C	01	MAT-CM-CDC-01
		COMPRESOR-INGERSOLL-RAND	01	MAT-CM-CPI-01

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
		MOTOR COMPRESOR-NECARTE	01	MAT-CM-MCP-01
		Ascensor-Mitsubishi	01	MAT-CM-ACE-01
		Ascensor-Schindler	02	MAT-CM-ACE-02
		Bomba Tanque-Hidromac-	01	MAT-CM-BOM-01
		ESTERIZADORA VAPOR-Steris-CENTURY MEDIUM	01	MAT-CM-ETV-01
		BOMBA DE VACIO-AMICO	01	MAT-CM-BOV-01
		PLANTA DE EMERGENCIA DETROIT	01	MAT-CM-PTM-01
		TRANSFORMADOR (subestación eléctrica)-GAMNS	01	MAT-CM-TFM-01
		TRANSFERENCIA	01	MAT-CM-TFR-01
	OFICINA MANTENIMIENTO	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	01	MAT-OM-AAM-01
	CUARTO DE MAQUINAS	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split 012	01	MAT-CM-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	02	MAT-CM-AAM-02
ADMINISTRATIVO	AUDITORIA MEDICA	AIRE ACONDICIONADO-LG	01	ADM-AU-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Cassett	01	ADM-AU-AAS-01
		AIRE ACONDICIONADO-Multizorer	02	ADM-AU-AAM-02
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	01	ADM-AU-AAM-03
	CONTABILIDAD	AIRE ACONDICIONADO-Zonefair	01	ADM-CT-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Cruette	02	ADM-CT-AAM-02
		Ups-TRIPP-LITE-6KVA	01	ADM-CY-UPS-01
	FINANCIERA	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	01	ADM-FN-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	02	ADM-FN-AAM-02
		AIRE ACONDICIONADO-LG-casette	01	ADM-FN-AAS-01
		AIRE ACONDICIONADO-Trane-Mini Split	03	ADM-FN-AAM-03

Clínica De Urgencias Bucaramanga S.A.S.				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Código
Departamento	Área	Equipo	Cantidad	
	SALA DE CONFERENCIAS	AIRE ACONDICIONADO-General electric-Mini Split	01	ADM-CF-AAM-01
	OFICINA DOCTOR PINILLA	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split VM092C	01	ADM-OF-AAM-01
	RECURSOS HUMANOS	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split 012	01	ADM-RH-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-Stailigth-Mini Split 9000 BTu	02	ADM-RH-AAM-02
	GERENCIA	AIRE ACONDICIONADO-Stailigth-Mini Split 9000 BTu	01	ADM-GR-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-LG-Cassett	01	ADM-GR-AAS-01
	FACTURACIÓN	AIRE ACONDICIONADO-LG-Cassett	01	ADM-FT-AAS-01
	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVO	AIRE ACONDICIONADO-LG-Mini Split	01	ADM-DA-AAM-01
	AUDITORIO	AIRE ACONDICIONADO-General electric-Mini Split 012	01	ADM-AD-AAM-01
		AIRE ACONDICIONADO-Force-Mini Split	02	ADM-AD-AAM-02
SISTEMAS	SALA DE SISTEMAS	AIRE ACONDICIONADO-SAMSUNG-AS24W6WB/XAP	01	SIT-SS-AAM-01
		PLANTA DE TELÉFONOS MOD 1-PANASONIC-KX-B336 200	01	SIT-SS-PTM-01
		Ups-TRIPP-LITE-6KVA	01	SIT-SS-UPS-01
MORGUE	SALA AMORGUE	AIRE ACONDICIONADO-LG-6182CB	01	MOR-SM-AAM-01

7. TEORÍA DE LA CRITICIDAD

“Las técnicas de análisis de criticidad son herramientas que permiten identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan”.⁸

Dependiendo del objetivo que se quiere jerarquizar, se hace una interpretación de la definición de criticidad. Para esto se hace uso de diversos criterios, que evalúan la priorización y el estado de los sistemas de la organización. Algunos criterios comunes por utilizar son:

- Frecuencia de falla
- Impacto operacional
- Flexibilidad operacional
- Costo de mantenimiento
- Impacto al medio ambiente

Para el desarrollo del análisis de criticidad existen distintos métodos de jerarquización, como son: Método del flujograma de análisis de criticidad, Modelo de criticidad semicuantitativo (CTR), Modelo de criticidad cuantitativo (AHP).

⁸ PARRA Y CRESPO. Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos. En: Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. España, 2012. P.2

7.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD SEMICUANTITATIVO “CTR” (CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO)

Debido a la gran cantidad de equipos que pertenecen a la infraestructura de la clínica de Urgencias Bucaramanga, se debe realizar un análisis que permita establecer cuáles son los equipos a los que se le debe prestar más atención en cuanto al mantenimiento y así evitar posibles fallas

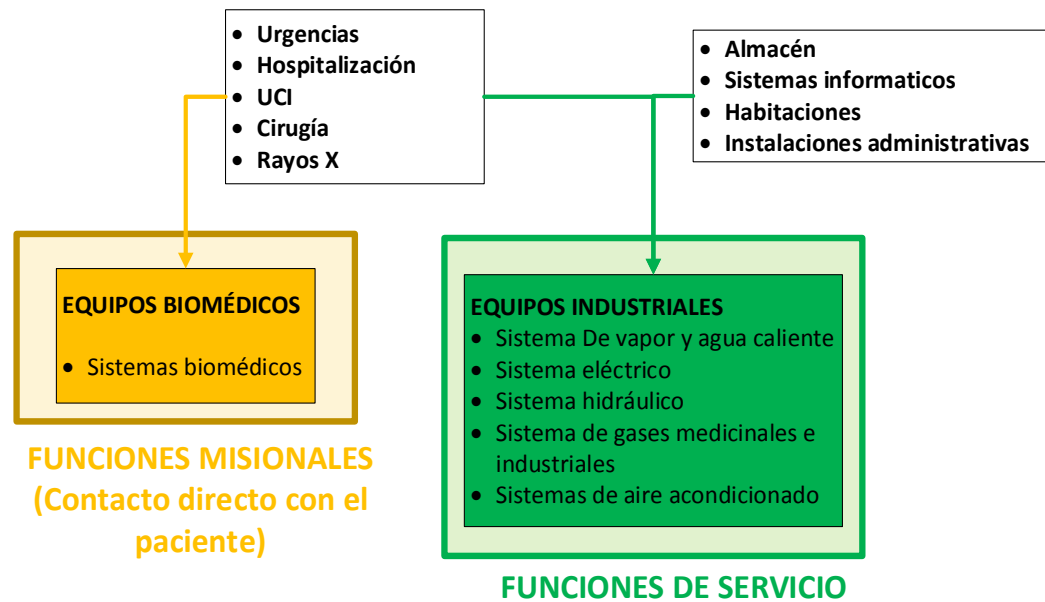
A partir de la información de los equipos establecida en los manuales y fuentes externas, se realiza el estudio de criticidad de los equipos electromecánicos por medio de un análisis semi-cuantitativo de indicadores de gestión.

7.1.1 Listado de elementos. Los equipos por estudiar dentro del análisis de criticidad se encuentran divididos en dos, dependiendo del tipo de servicio que prestan. Los industriales de uso hospitalario, que son los que mantienen el funcionamiento de los servicios generales de la institución y los biomédicos, que tienen contacto directo con el paciente, apoyando su recuperación y diagnóstico.

Para listar los equipos de la institución se hizo uso de la sub división mencionada en la Figura 11. Realizando un análisis de criticidad independiente para cada tipo de equipos.

Los parámetros mencionados en las tablas de elementos son: Numero de equipo, equipo, marca, modelo, ubicación. Esto para poder diferenciar correctamente cada elemento. **Ver Anexo C**

Figura 11. Distribución de equipos industriales y biomédicos



7.1.2 Asignación de valores ponderados. “El modelo de Criticidad Total por Riesgo (CTR), como proceso de análisis semicuantitativo soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo.”⁹

A continuación, se presenta de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR:

$$CTR = FF \times C \quad (1)$$

Donde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

⁹ Ibíd., p. 5

El valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (IO \times FO) + CM + SMA \quad (2)$$

Donde:

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SMA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SMA)) \quad (3)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Tabla 9. Valores ponderados equipos industriales de uso hospitalario

Frecuencia de falla (FF)	Entre 0 – 0,5 fallas por año	1
	Entre 0,51 – 1 fallas por año	2
	Entre 1,01 – 1,5 fallas por año	4
	Entre 1,51 – 2 fallas por año	6
Impacto operacional (IO)	Poca importancia	1
	Mediana importancia	5
	Extrema importancia	8
Flexibilidad operacional (FO)	Repuesto listo para instalar	1
	Repuesto almacenado en bodega	2
	Repuesto no disponible en bodega	4
Costo de mantenimiento (CM)	Costo entre 0 – 500.000 Pesos	1
	Costo entre 1'000.000 – 2'000.000 Pesos	2
	Costo entre 3'000.000 – 5'000.000 Pesos	4
	Costo entre 6'000.000 – 10'000.000 Pesos	6
	Costo mayor a 10'000.000	8
Impacto al medio ambiente (SMA)	No produce efectos ambientales	0
	Podría provocar niveles elevados de ruido	2
	Podría provocar derrames de fluidos tóxicos.	4

Tabla 10. Valores ponderados equipos biomédicos

Frecuencia de falla (FF)	Entre 0 – 0,5 fallas por año	1
	Entre 0,51 – 1 fallas por año	2
	Entre 1,01 – 1,5 fallas por año	4
	Entre 1,51 – 2 fallas por año	6
Impacto operacional (IO)	Poca importancia	1
	Mediana importancia	5
	Extrema importancia	8
Flexibilidad operacional (FO)	Repuesto listo para instalar	1
	Repuesto almacenado en bodega	2
	Repuesto no disponible en bodega	4
Costo de mantenimiento (CM)	Costo entre 0 – 500.000 Pesos	1
	Costo entre 500.000 – 1'000.000 Pesos	2
	Costo entre 1'000.000 – 3'000.000 Pesos	4
	Costo entre 3'000.000 – 5'000.000 Pesos	6
	Costo mayor a 5'000.000	8

7.1.3 Asignación de valores y CTR. Los valores de esta tabla fueron asignados por el personal de mantenimiento de la Clínica de Urgencias Bucaramanga, en base a la experiencia del equipo de trabajo y los registros de mantenimiento de los equipos. Estas tablas se pueden consultar en el **Anexo D**.

7.1.4 Matriz de criticidad (escalonada). Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad de los equipos bajo análisis.

Figura 12. Matriz de criticidad equipos biomédicos

		Consecuencias																
Frecuencia de fallas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	6																2-6	
	5							43, 44										
	4				57			23, 24	45									
	3																	
	2				60-63	58, 59		25-42	1, 20-22			53, 54					46, 52	
	1			7, 50, 55					8-19					48, 49, 56	47			51

Figura 13. Matriz de criticidad equipos industriales

		Consecuencias															
Frecuencia de fallas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	6											27-32		8-13			39, 111
	5																
	4							100-103	5,6	2-4, 7, 43-50				15-20, 51-59	60-71		107, 109, 110
	3																
	2					108		21-25, 41, 74-79, 82, 106		26, 36, 37						40	
	1			99		84, 104		72	86-97	14, 98, 105	1, 33-35, 42, 73, 81, 83			112, 113	38		

7.1.5 Resultados análisis de Criticidad Total por Riesgo. En la Tabla 11 y Tabla 12 representadas a continuación se observa que tan críticos son los equipos electromecánicos de la Clínica de Urgencias Bucaramanga, estos se encuentran en orden consecutivo según su importancia.

Los equipos sombreados con color azul son los que requieren estar en el programa de mantenimiento preventivo debido a su mayor criticidad. Esta selección es corroborada por el análisis de Pareto descrito en el numeral 7.2 de este documento.

Tabla 11. Tabla de resultados equipos industriales de uso hospitalario

EQUIPOS INDUSTRIALES DE USO HOSPITALARIO					
Nº	Equipo	Marca	Código Taxonómico	Ubicación	Estado
2	Aire Acondicionado	TYPHOON	CXX-SC-AAT-01	Sala Cirugía	[MA]
3	Aire Acondicionado	TYPHOON	CXX-SC-AAT-02	Sala Cirugía	[MA]
4	Aire Acondicionado	MCQUAY	URG-CU-AAM-01	Urgencias	[MA]
5	Aire Acondicionado	STARLIGHT	UCI-CU-AAC-01	Uci	[MA]
6	Aire Acondicionado	YORK	UCI-CU-AAC-02	Uci	[MA]
46	Compresor De Aire Medicinal	AMICO	MAT-CM-CAM-01	Cuarto Maquinas	[MA]
52	TRANSFORMADOR (Subestación Eléctrica)	GAMNS	MAT-CM-TFM-01	Cuarto Maquinas	[MA]
51	Planta De Emergencia	DETROIT	MAT-CM-PTM-01	Cuarto Maquinas	[MA]
53	Acensor	Mitsubishi	MAT-CM-ACE-01	Edificio	[A]
54	Acensor	Schindler	MAT-CM-ACE-02	Edificio	[A]
47	Caldera	CONTINENTAL	MAT-CM-CDC-01	Cuarto Maquinas	[A]
48	Compresor	INGERSOLL-RAND	MAT-CM-CPI-01	Cuarto Maquinas	[A]
49	Bomba De Vacio	AMICO	MAT-CM-BOV-01	Cuarto Maquinas	[A]
56	Esterizadora Vapor	Steris	MAT-CM-ETV-01	Central De Eterización	[A]
43	Aire Acondicionado	LG	CXX-SC-AAM-01	Almacén Cirugía	[M]
45	Aire Acondicionado	LG	MOR-SM-AAM-01	Morgue	[M]
44	Aire Acondicionado	TECAM	CXX-RC-AAM-01	Sala De Recuperación	[M]
23	Aire Acondicionado	LG	MAT-CM-AAM-01	Cuarto de maquinas	[M]
24	Aire Acondicionado	LG	MAT-CM-AAM-02	Cuarto de maquinas	[M]
1	Aire Acondicionado	SAMSUNG	SIT-SS-AAM-01	Sistemas	[M]
20	Aire Acondicionado	LG	MAT-OM-AAM-01	Oficina Mantenimiento	[M]
21	Aire Acondicionado	Zonefair	ADM-CT-AAM-01	Contabilidad	[M]
22	Aire Acondicionado	LG	ADM-CT-AAM-02	Contabilidad	[M]
25	Aire Acondicionado	LG	ADM-FN-AAM-01	Financiera	[M]
26	Aire Acondicionado	LG	ADM-FN-AAM-02	Financiera	[M]
27	Aire Acondicionado	LG	ADM-FN-AAS-01	Financiera	[M]
28	Aire Acondicionado	Trane	ADM-FN-AAM-03	Financiera	[M]
29	Aire Acondicionado	General electric	ADM-CF-AAM-01	Sala De Conferencias	[M]
30	Aire Acondicionado	LG	ADM-OF-AAM-01	Oficina Doctor Pinilla	[M]
31	Aire Acondicionado	LG	ADM-RH-AAM-01	Recursos Humanos	[M]
32	Aire Acondicionado	Stailigth	ADM-RH-AAM-02	Recursos Humanos	[M]
33	Aire Acondicionado	Stailigth	ADM-GR-AAM-01	Gerencia	[M]
34	Aire Acondicionado	LG	ADM-AU-AAS-01	Auditoria Medica	[M]

EQUIPOS INDUSTRIALES DE USO HOSPITALARIO					
Nº	Equipo	Marca	Código Taxonómico	Ubicación	Estado
35	Aire Acondicionado	LG	ADM-FT-AAS-01	Facturación	[M]
36	Aire Acondicionado	LG	ADM-GR-AAS-01	Gerencia	[M]
37	Aire Acondicionado	LG	ADM-DA-AAM-01	Dirección Admin	[M]
38	Aire Acondicionado	General electric	ADM-AD-AAM-01	Auditorio 2° Piso	[M]
39	Aire Acondicionado	LG	ADM-AU-AAM-03	Auditoria Medica	[M]
40	Aire Acondicionado	Force	ADM-AD-AAM-02	Auditorio	[M]
41	Aire Acondicionado	Smartcomfort	ADM-SJ-AAM-01	Junta Medica	[M]
42	Aire Acondicionado	General electric	ADM-SJ-AAM-02	Sala De Juntas	[M]
8	Aire Acondicionado	LG	ADM-AU-AAM-01	Auditoria Medica	[M]
9	Aire Acondicionado	SMART COMFORT	HOP-HT-AAM-01	Habitación 301	[M]
10	Aire Acondicionado	LG	HOP-HT-AAM-02	Habitación 303	[M]
11	Aire Acondicionado	LG	HOP-HT-AAM-03	Habitación 313	[M]
12	Aire Acondicionado	SMART COMFORT	HOP-HC-AAM-01	Habitación 401	[M]
13	Aire Acondicionado	SMART COMFORT	HOP-HC-AAM-02	Habitación 413	[M]
14	Aire Acondicionado	LG	HOP-HC-AAM-03	Habitación 415	[M]
15	Aire Acondicionado	LG	HOP-HC-AAM-04	Habitación 416	[M]
16	Aire Acondicionado	LG	HOP-HC-AAM-05	Habitación 417	[M]
17	Aire Acondicionado	LG	HOP-HC-AAM-06	Habitación 429	[M]
18	Aire Acondicionado	LG	HOP-HC-AAM-07	Habitación 431	[M]
19	Aire Acondicionado	Starlight	HOP-HC-AAM-08	Piso 4 Ala Norte	[M]
57	Ups	TRIPP-LITE	CXX-SC-MOM-06	Cirugía	[B]
58	Ups	TRIPP-LITE	URG-CU-UPS-01	Urgencias	[B]
59	Ups	TRIPP-LITE	UCI-CU-UPS-01	Uci Adultos	[B]
61	Ups	TRIPP-LITE	SIT-SS-UPS-01	Sistemas	[B]
62	Ups	TRIPP-LITE	ADM-CY-UPS-01	Contabilidad	[B]
63	Ups	TRIPP-LITE	HOP-HC-UPS-01	4° Piso	[B]
64	Ups	TRIPP-LITE	URG-CU-UPS-02	Urgencias	[B]
7	Aire Acondicionado	STARLIGHT	CXX-SC-AAS-01	Cirugía Ambulatoria	[B]
50	Motor Compresor	NECARTE	MAT-CM-MCP-01	2piso Terraza	[B]
55	Bomba Tanque	Hidromac	MAT-CM-BOM-01	Primer Piso	[B]
MA: Muy alta criticidad, A: Alta criticidad, M:Media criticidad, B:Baja criticidad					

Tabla 12. Tabla de resultados equipos biomédicos

EQUIPOS BIOMÉDICOS					
Nº	Equipo	Marca	Código Taxonómico	Ubicación	Estado
39	Equipo De Rayos X Arco En C	LAND WIND	CXX-SC-RXC-01	Cirugía	[MA]
111	Procesadora Placas Rx	KODAK	RXX-SR-PRX-02	Rayos X	[MA]
8	Lámpara Cielítica	HEAL FORCE	CXX-SC-LCL-01	Cirugía	[MA]
9	Lámpara Cielítica	HANAULUX	CXX-SC-LCL-04	Cirugía	[MA]
10	Lámpara Cielítica	CASTLE	CXX-SC-LCL-02	Cirugía	[MA]
11	Lámpara Cielítica 7 Focos	HANAULUX	CXX-SC-LCS-01	Cirugía	[MA]
12	Lámpara Cielítica	POLARIS	CXX-SC-LCL-03	Cirugía	[MA]
13	Lámpara Cielítica	HANAULUX	CXX-SC-LCL-05	Cirugía	[MA]
107	Equipo Rx	GEN ERAL ELECTRIC	RXX-SR-ERX-01	Rayos X	[MA]
60	Ventilador	VERSAMED	UCI-CU-VET-01	Uci	[MA]
61	Ventilador	VERSAMED	UCI-CU-VET-02	Uci	[MA]
62	Ventilador	VERSAMED	UCI-CU-VET-03	Uci	[MA]
63	Ventilador	VERSAMED	UCI-CU-VET-04	Uci	[MA]
64	Ventilador	NELLCOR PURITAN BENNET	UCI-CU-VET-05	Uci	[MA]
65	Ventilador	NELLCOR PURITAN BENNET	UCI-CU-VET-06	Uci	[MA]
66	Ventilador	NELLCOR PURITAN BENNET	UCI-CU-VET-07	Uci	[MA]
67	Ventilador	NELLCOR PURITAN BENNET	UCI-CU-VET-08	Uci	[MA]
68	Ventilador	MEUVENT	UCI-CU-VET-09	Uci	[MA]
69	Ventilador	MEUVENT	UCI-CU-VET-10	Uci	[MA]
70	Ventilador	MEUVENT	UCI-CU-VET-11	Uci	[MA]
71	Ventilador	MEUVENT	UCI-CU-VET-12	Uci	[MA]
27	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-SC-MOM-01	Cirugía	[A]
28	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-SC-MOM-02	Cirugía	[A]
29	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-SC-MOM-03	Cirugía	[A]
30	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-SC-MOM-04	Cirugía	[A]
31	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-SC-MOM-05	Cirugía	[A]
32	Monitor Multiparametros	PENLON	CXX-SC-MOM-06	Cirugía	[A]
15	Máquina De Anestesia	DATEX OHMEDA	CXX-SC-MAN-01	Cirugía	[A]
16	Máquina De Anestesia	DATEX OHMEDA	CXX-SC-MAN-02	Cirugía	[A]
17	Máquina De Anestesia	PENLON	CXX-SC-MAN-03	Cirugía	[A]
18	Máquina De Anestesia	PENLON	CXX-SC-MAN-04	Cirugía	[A]
19	Máquina De Anestesia	PENLON	CXX-SC-MAN-05	Cirugía	[A]
20	Máquina De Anestesia	DATEX OHMEDA	CXX-SC-MAN-06	Cirugía	[A]
51	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-01	Uci	[A]
52	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-02	Uci	[A]

EQUIPOS BIOMÉDICOS					
Nº	Equipo	Marca	Código Taxonómico	Ubicación	Estado
53	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-03	Uci	[A]
54	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-04	Uci	[A]
55	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-05	Uci	[A]
56	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-06	Uci	[A]
57	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-07	Uci	[A]
58	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-08	Uci	[A]
59	Monitor Multiparametros	PENLON	UCI-CU-MOM-09	Uci	[A]
2	Mesa Quirúrgica	AMSCO	CXX-SC-MEQ-01	Cirugía	[A]
3	Mesa Quirúrgica	AMSCO	CXX-SC-MEQ-02	Cirugía	[A]
4	Mesa Quirúrgica	AMSCO	CXX-SC-MEQ-03	Cirugía	[A]
7	Mesa Quirúrgica	AMSCO	CXX-SC-MEQ-06	Cirugía	[A]
43	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-01	Uci	[A]
44	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-02	Uci	[A]
45	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-03	Uci	[A]
46	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-04	Uci	[A]
47	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-05	Uci	[A]
48	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-06	Uci	[A]
49	Cama Electrohidráulica	HILL ROOM	UCI-CU-CEH-07	Uci	[A]
50	Cama Electrohidráulica	HILL ROM	UCI-CU-CEH-08	Uci	[A]
40	Equipo Rayos X Portatil	INTERMEDICAL	CXX-SC-RXP-01	Cirugía	[A]
38	Máquina De Anestesia	MINDRAY	CXX-SC-MAN-07	Cirugía	[A]
112	Ecografo	MINDRAY	RXX-SR-ECO-01	Rayos X	[A]
113	Ecografo	MEDISON	RXX-SR-ECO-02	Rayos X	[A]
5	Mesa Quirúrgica	SHAMPAINE	CXX-SC-MEQ-04	Cirugía	[M]
6	Mesa Quirúrgica	MINDRAY	CXX-SC-MEQ-05	Cirugía	[M]
100	Monitor De Signos Vitales	MINDRAY	URG-CU-MOS-01	Urgencias	[M]
101	Monitor De Signos Vitales	MINDRAY	URG-CU-MOS-02	Urgencias	[M]
102	Monitor De Signos Vitales	MINDRAY	URG-CU-MOS-03	Urgencias	[M]
103	Monitor De Signos Vitales	MINDRAY	URG-CU-MOS-04	Urgencias	[M]
36	Incubadora	Atom	CXX-SC-INC-01	Cirugía	[M]
37	Incubadora	DAVID	CXX-SC-INC-02	Cirugía	[M]
26	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-06	Cirugía	[M]
21	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-01	Cirugía	[M]
22	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-02	Cirugía	[M]
23	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-03	Cirugía	[M]
24	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-04	Cirugía	[M]
25	Electro Bisturí	VALLEYLAB	CXX-SC-ELB-05	Cirugía	[M]
41	Electrocardiógrafo	WELCH ALLYN	UCI-CU-ELC-01	Uci	[M]
74	Electrocardiógrafo	WELCH ALLYN	HOP-HT-ELC-01	Hospitalización	[M]

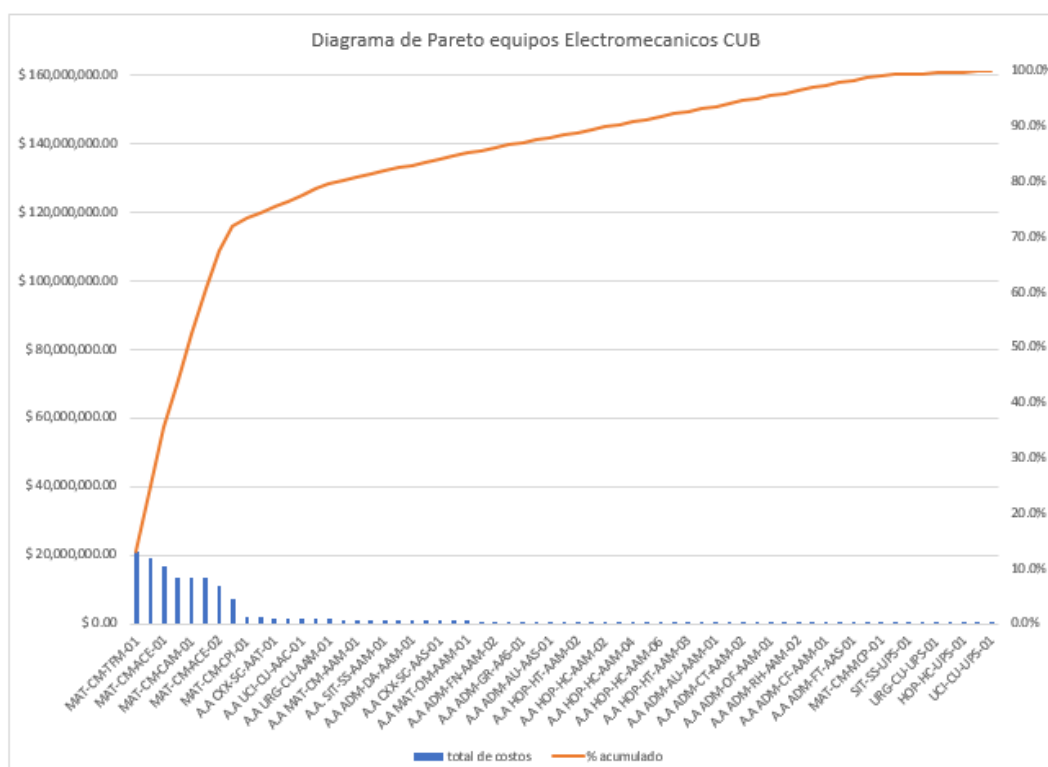
EQUIPOS BIOMÉDICOS					
Nº	Equipo	Marca	Código Taxonómico	Ubicación	Estado
75	Monitor De Signos Vitales	WELCH ALLYN	HOP-HT-MOS-01	Hospitalización	[M]
76	Monitor Multiparametros	WELCH ALLYN	HOP-HT-MOM-01	Hospitalización	[M]
77	Monitor Multiparametros	WELCH ALLYN	HOP-HT-MOM-02	Hospitalización	[M]
78	Monitor Multiparametros	WELCH ALLYN	HOP-HC-MOM-01	Hospitalización	[M]
79	Monitor Multiparametros	WELCH ALLYN	HOP-HC-MOM-02	Hospitalización	[M]
82	Electrocardiógrafo	EDAN	HOP-HC-ELC-01	Hospitalización	[M]
106	Electrocardiógrafo	EDAN	URG-CU-ELC-01	Urgencias	[M]
1	Desfibrilador	MINDRAY	CXX-SC-DES-01	Cirugía	[M]
33	Microscopio	CARL ZEISS	CXX-SC-MIC-01	Cirugía	[M]
34	Microscopio	KARL KAPS	CXX-SC-MIC-02	Cirugía	[M]
35	Microscopio	CARL ZEISS	CXX-SC-MIC-03	Cirugía	[M]
42	Desfibrilador	MINDRAY	UCI-CU-DES-01	Uci	[M]
73	Desfibrilador	MINDRAY	HOP-HT-DES-01	Hospitalización	[M]
81	Desfibrilador	PRIMEDIC	HOP-HC-DES-01	Hospitalización	[M]
83	Desfibrilador	MINDRAY	HOP-HC-DES-02	Hospitalización	[M]
14	Monitor Grado Medico	STRYKER	CXX-SC-MGM-01	Cirugía	[M]
98	Desfibrilador	PRIMEDIC	URG-CU-DES-01	Urgencias	[M]
105	Desfibrilador	MINDRAY	URG-CU-DES-02	Urgencias	[M]
86	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-01	Recuperación Cx	[M]
87	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-02	Recuperación Cx	[M]
88	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-03	Recuperación Cx	[M]
89	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-04	Recuperación Cx	[M]
90	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-05	Recuperación Cx	[M]
91	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-06	Recuperación Cx	[M]
92	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-07	Recuperación Cx	[M]
93	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-08	Recuperación Cx	[M]
94	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-09	Recuperación Cx	[M]
95	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-10	Recuperación Cx	[M]
96	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-11	Recuperación Cx	[M]
97	Monitor Multiparametros	MINDRAY	CXX-RC-MOM-12	Recuperación Cx	[M]
72	Monitor De Signos	MINDRAY	UCI-CU-MOS-01	Uci	[B]
84	Mesa De Albee	AMSCO	CXX-RC-MEA-01	Recuperación Cx	[B]
104	Sierra De Yesos	STRYKER	URG-CU-SIY-01	Urgencias	[B]
108	Marcador De Placas	KODAK	RXX-SR-MPL-01	Rayos X	[B]
99	Lámpara Auxiliar	WELCH ALLYN	URG-CU-LAU-01	Urgencias	[B]
MA: Muy alta criticidad, A: Alta criticidad, M:Media criticidad, B:Baja criticidad					

7.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR PRINCIPIO DE PARETO

El siguiente análisis se elaboró con tres tipos de datos, el primero es el costo de mantenimiento preventivo a los equipos asumido por la clínica, como segundo se estable el valor de falla teniendo en cuenta la ausencia de funcionamiento del equipo o el valor de los repuestos, y por último el costo de mano de obra de la intervención. Los diagramas de Pareto se pueden consultar con más detalle en el Anexo H.

7.2.1 Equipos industriales de uso hospitalario. Haciendo las respectivas operaciones y analizando la columna de porcentajes acumulados se encuentran que el 80% de los costos pertenecen a un grupo de 16 equipos, los cuales están representados en la planta eléctrica, transformador compresores medicinales, bomba de vacío y por último equipos de aire acondicionado que se encuentran involucrados en los procesos misionales.

Figura 14. Diagrama Pareto equipos industriales de uso hospitalario



En la Tabla 13 están representados los valores estipulados por cada equipo, su porcentaje respecto al costo total, y por último el porcentaje acumulado, para este análisis se tomaron 64 (sesenta y cuatro), por lo tanto, dentro del 80 % de los costos se encuentran un 20% se los equipos, comprobando así el análisis de criticidad de CTR.

Tabla 13. Calculo de costos totales y porcentajes acumulados equipos industriales.

Equipos	Costos Mant preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
MAT-CM-TFM-01	\$ 640,591	\$ 20,000,000	\$ 320,500	\$ 20,961,091	13.0%	13.0%
MAT-CM-CDC-01	\$ 10,846,487	\$ 8,000,000	\$ 490,000	\$ 19,336,487	12.0%	25.0%
MAT-CM-ACE-01	\$ 9,071,974	\$ 7,200,000	\$ 620,000	\$ 16,891,974	10.5%	35.5%
MAT-CM-BOV-01	\$ 5,020,000	\$ 7,000,000	\$ 1,600,000	\$ 13,620,000	8.5%	44.0%
MAT-CM-CAM-01	\$ 5,000,000	\$ 7,000,000	\$ 1,600,000	\$ 13,600,000	8.4%	52.4%
MAT-CM-PTM-01	\$ 2,888,650	\$ 10,000,000	\$ 640,000	\$ 13,528,650	8.4%	60.8%
MAT-CM-ACE-02	\$ 5,749,252	\$ 4,600,000	\$ 583,000	\$ 10,932,252	6.8%	67.6%
MAT-CM-ETV-01	\$ 1,200,000	\$ 5,000,000	\$ 800,000	\$ 7,000,000	4.3%	72.0%
MAT-CM-CPI-01	\$ 1,000,000	\$ 800,000	\$ 300,000	\$ 2,100,000	1.3%	73.3%
A.A CXX-SC-AAM-01	\$ 938,400	\$ 700,000	\$ 90,000	\$ 1,728,400	1.1%	74.3%
A.A CXX-SC-AAT-01	\$ 1,154,040	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,713,740	1.1%	75.4%
A.A CXX-SC-AAT-02	\$ 1,154,040	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,713,740	1.1%	76.5%
A.A UCI-CU-AAC-01	\$ 1,154,040	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,713,740	1.1%	77.5%
A.A UCI-CU-AAC-02	\$ 1,154,040	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,713,740	1.1%	78.6%
A.A URG-CU-AAM-01	\$ 1,154,040	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,713,740	1.1%	79.7%
A.A MOR-SM-AAM-01	\$ 469,200	\$ 469,700	\$ 90,000	\$ 1,028,900	0.6%	80.3%
A.A MAT-CM-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 90,000	\$ 887,020	0.6%	80.9%
A.A ADM-GR-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	81.4%
A.A. SIT-SS-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	81.9%
A.A HOP-HC-AAM-08	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	82.5%
A.A ADM-DA-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	83.0%
A.A CXX-RC-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	83.5%
A.A CXX-SC-AAS-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	84.1%
A.A MAT-CM-AAM-02	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	84.6%
A.A MAT-OM-AAM-01	\$ 577,020	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 867,020	0.5%	85.2%
A.A ADM-FN-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	85.6%
A.A ADM-FN-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	86.1%
A.A ADM-FN-AAM-03	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	86.6%
A.A ADM-GR-AAS-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	87.0%
A.A ADM-AD-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	87.5%
A.A ADM-AU-AAS-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	88.0%
A.A HOP-HT-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	88.5%
A.A HOP-HT-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	88.9%
A.A HOP-HC-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	89.4%

Equipos	Costos Mant preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
A.A HOP-HC-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	89.9%
A.A HOP-HC-AAM-03	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	90.3%
A.A HOP-HC-AAM-04	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	90.8%
A.A HOP-HC-AAM-05	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	91.3%
A.A HOP-HC-AAM-06	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	91.8%
A.A HOP-HC-AAM-07	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	92.2%
A.A HOP-HT-AAM-03	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	92.7%
A.A ADM-AU-AAM-03	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	93.2%
A.A ADM-AU-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	93.6%
A.A ADM-CT-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	94.1%
A.A ADM-CT-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	94.6%
A.A ADM-SJ-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	95.1%
A.A ADM-OF-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	95.5%
A.A ADM-RH-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	96.0%
A.A ADM-RH-AAM-02	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	96.5%
A.A ADM-SJ-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	96.9%
A.A ADM-CF-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	97.4%
A.A ADM-AD-AAM-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	97.9%
A.A ADM-FT-AAS-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	98.4%
A.A ADM-FN-AAS-01	\$ 469,200	\$ 220,000	\$ 70,000	\$ 759,200	0.5%	98.8%
MAT-CM-MCP-01	\$ 200,000	\$ 300,000	\$ 30,000	\$ 530,000	0.3%	99.2%
MAT-CM-BOM-01	\$ 50,000	\$ 300,000	\$ 20,000	\$ 370,000	0.2%	99.4%
SIT-SS-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.5%
ADM-CY-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.6%
URG-CU-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.7%
URG-CU-UPS-02	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.7%
HOP-HC-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.8%
CXX-SC-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	99.9%
UCI-CU-UPS-01	\$ 40,000	\$ 80,000	\$ 20,000	\$ 140,000	0.1%	100.0%
				\$ 161,016,434		

7.2.2 Equipos biomédicos. Se realizó el análisis de Pareto con el fin de ayudar a identificar los equipos biomédicos más críticos la empresa, la diferencia respecto al análisis hecho para los equipos industriales es que el 80% de los costos totales de mantenimiento se están distribuidos en el 55% de los equipos, esto demuestra la total importancia aquellos equipos que están presentes en los procesos que tienen que ver con pacientes, al igual que análisis de costos por el principio de Pareto para los equipos electromecánicos, este arrojó los mismos resultados del análisis CTR.

Figura 15. Diagrama Pareto equipos biomédicos CUB.

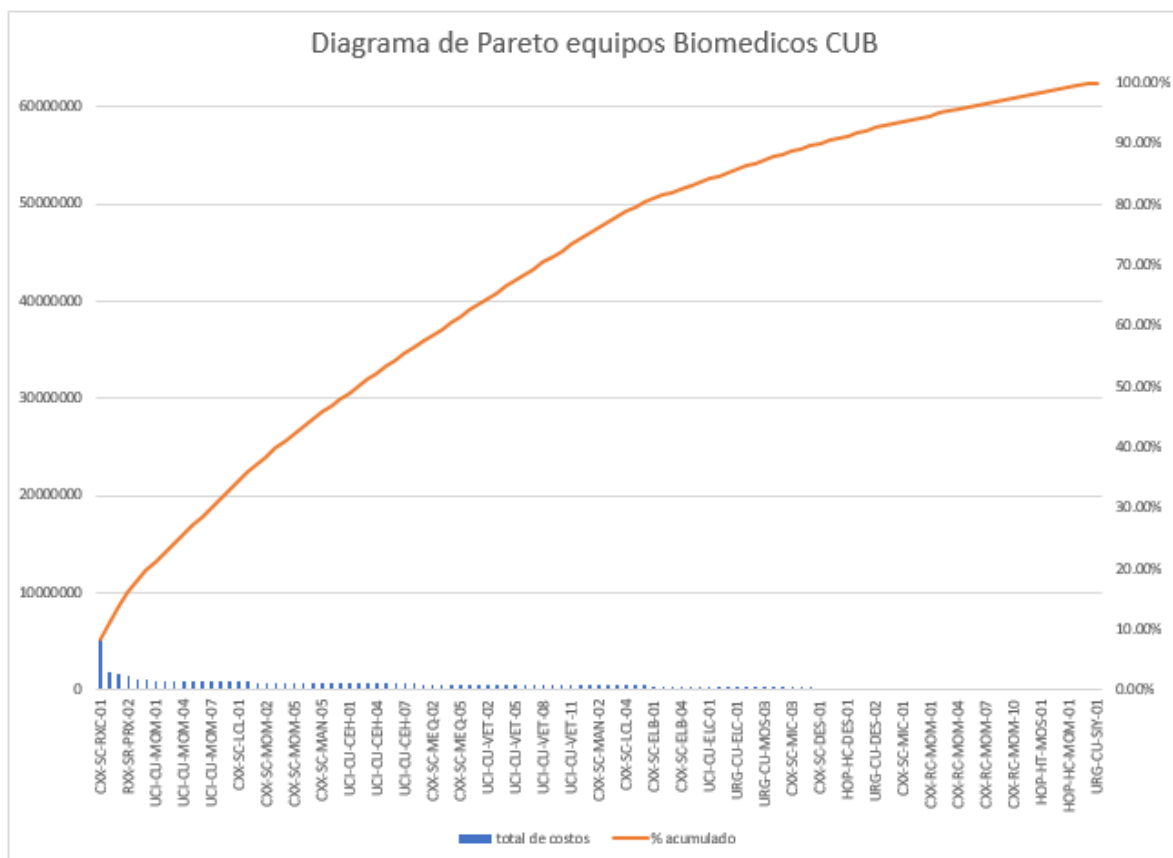


Tabla 14. Calculo de costos totales y porcentajes acumulados equipos biomédicos.

Código	costos Mant. Preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
CXX-SC-RXC-01	\$ 1,800,000	\$ 2,500,000	\$ 900,000	\$ 5,200,000	8.33%	8.33%
CXX-SC-RXP-01	\$ 1,200,000	\$ 0	\$ 600,000	\$ 1,800,000	2.88%	11.22%
RXX-SR-ERX-01	\$ 600,000	\$ 1,000,000	\$ 20,000	\$ 1,620,000	2.60%	13.81%
RXX-SR-PRX-02	\$ 900,000	\$ 600,000	\$ 40,000	\$ 1,540,000	2.47%	16.28%
CXX-SC-LCL-02	\$ 170,000	\$ 960,000	\$ 8,200	\$ 1,138,200	1.82%	18.10%
RXX-SR-ECO-01	\$ 1,000,000	\$ 100,000	\$ 16,400	\$ 1,116,400	1.79%	19.89%
UCI-CU-MOM-01	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	21.35%
UCI-CU-MOM-02	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	22.80%
UCI-CU-MOM-03	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	24.26%

Código	costos Mant. Preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
UCI-CU-MOM-04	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	25.71%
UCI-CU-MOM-05	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	27.17%
UCI-CU-MOM-06	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	28.62%
UCI-CU-MOM-07	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	30.08%
UCI-CU-MOM-08	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	31.53%
UCI-CU-MOM-09	\$ 200,000	\$ 700,000	\$ 8,200	\$ 908,200	1.46%	32.99%
CXX-SC-LCL-01	\$ 170,000	\$ 720,000	\$ 8,200	\$ 898,200	1.44%	34.42%
CXX-SC-LCL-05	\$ 170,000	\$ 720,000	\$ 8,200	\$ 898,200	1.44%	35.86%
CXX-SC-MOM-01	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	37.16%
CXX-SC-MOM-02	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	38.45%
CXX-SC-MOM-03	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	39.75%
CXX-SC-MOM-04	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	41.04%
CXX-SC-MOM-05	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	42.34%
CXX-SC-MOM-06	\$ 200,000	\$ 600,000	\$ 8,200	\$ 808,200	1.29%	43.63%
CXX-SC-MAN-03	\$ 280,000	\$ 380,000	\$ 16,400	\$ 676,400	1.08%	44.72%
CXX-SC-MAN-05	\$ 280,000	\$ 380,000	\$ 16,400	\$ 676,400	1.08%	45.80%
CXX-SC-MAN-07	\$ 280,000	\$ 380,000	\$ 16,400	\$ 676,400	1.08%	46.88%
CXX-SC-MAN-06	\$ 280,000	\$ 380,000	\$ 16,400	\$ 676,400	1.08%	47.97%
UCI-CU-CEH-01	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	49.04%
UCI-CU-CEH-02	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	50.10%
UCI-CU-CEH-03	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	51.17%
UCI-CU-CEH-04	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	52.24%
UCI-CU-CEH-05	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	53.31%
UCI-CU-CEH-06	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	54.37%
UCI-CU-CEH-07	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	55.44%
UCI-CU-CEH-08	\$ 200,000	\$ 450,000	\$ 16,400	\$ 666,400	1.07%	56.51%
CXX-SC-MEQ-01	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	57.52%
CXX-SC-MEQ-02	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	58.53%
CXX-SC-MEQ-03	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	59.54%
CXX-SC-MEQ-04	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	60.55%
CXX-SC-MEQ-05	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	61.57%
CXX-SC-MEQ-06	\$ 190,000	\$ 433,000	\$ 8,200	\$ 631,200	1.01%	62.58%
UCI-CU-VET-01	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	63.56%

Código	costos Mant. Preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
UCI-CU-VET-02	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	64.54%
UCI-CU-VET-03	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	65.52%
UCI-CU-VET-04	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	66.50%
UCI-CU-VET-05	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	67.49%
UCI-CU-VET-06	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	68.47%
UCI-CU-VET-07	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	69.45%
UCI-CU-VET-08	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	70.43%
UCI-CU-VET-09	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	71.41%
UCI-CU-VET-10	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	72.39%
UCI-CU-VET-11	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	73.38%
UCI-CU-VET-12	\$ 200,000	\$ 380,000	\$ 32,800	\$ 612,800	0.98%	74.36%
CXX-SC-MAN-01	\$ 280,000	\$ 300,000	\$ 16,400	\$ 596,400	0.96%	75.31%
CXX-SC-MAN-02	\$ 280,000	\$ 300,000	\$ 16,400	\$ 596,400	0.96%	76.27%
CXX-SC-MAN-04	\$ 280,000	\$ 300,000	\$ 16,400	\$ 596,400	0.96%	77.22%
RXX-SR-ECO-02	\$ 400,000	\$ 100,000	\$ 16,400	\$ 516,400	0.83%	78.05%
CXX-SC-LCL-04	\$ 200,000	\$ 300,000	\$ 8,200	\$ 508,200	0.81%	78.87%
CXX-SC-LCS-01	\$ 170,000	\$ 288,000	\$ 8,200	\$ 466,200	0.75%	79.61%
CXX-SC-LCL-03	\$ 170,000	\$ 288,000	\$ 8,200	\$ 466,200	0.75%	80.36%
CXX-SC-ELB-01	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	80.91%
CXX-SC-ELB-02	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	81.47%
CXX-SC-ELB-03	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	82.02%
CXX-SC-ELB-04	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	82.58%
CXX-SC-ELB-05	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	83.13%
CXX-SC-ELB-06	\$ 190,000	\$ 140,000	\$ 16,400	\$ 346,400	0.55%	83.69%
UCI-CU-ELC-01	\$ 130,000	\$ 190,000	\$ 8,200	\$ 328,200	0.53%	84.22%
HOP-HT-ELC-01	\$ 130,000	\$ 190,000	\$ 8,200	\$ 328,200	0.53%	84.74%
HOP-HC-ELC-01	\$ 130,000	\$ 190,000	\$ 8,200	\$ 328,200	0.53%	85.27%
URG-CU-ELC-01	\$ 130,000	\$ 190,000	\$ 8,200	\$ 328,200	0.53%	85.79%
URG-CU-MOS-01	\$ 180,000	\$ 100,000	\$ 32,800	\$ 312,800	0.50%	86.29%
URG-CU-MOS-02	\$ 180,000	\$ 100,000	\$ 32,800	\$ 312,800	0.50%	86.80%
URG-CU-MOS-03	\$ 180,000	\$ 100,000	\$ 32,800	\$ 312,800	0.50%	87.30%
URG-CU-MOS-04	\$ 180,000	\$ 100,000	\$ 32,800	\$ 312,800	0.50%	87.80%
RXX-SR-MPL-01	\$ 200,000	\$ 100,000	\$ 10,000	\$ 310,000	0.50%	88.29%

Código	costos Mant. Preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
CXX-SC-MIC-03	\$ 120,000	\$ 162,000	\$ 8,200	\$ 290,200	0.46%	88.76%
CXX-RC-MEA-01	\$ 180,000	\$ 90,000	\$ 8,200	\$ 278,200	0.45%	89.21%
UCI-CU-MOS-01	\$ 170,000	\$ 96,000	\$ 8,200	\$ 274,200	0.44%	89.64%
CXX-SC-DES-01	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	90.07%
UCI-CU-DES-01	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	90.49%
HOP-HT-DES-01	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	90.91%
HOP-HC-DES-01	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	91.33%
HOP-HC-DES-02	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	91.75%
URG-CU-DES-01	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	92.17%
URG-CU-DES-02	\$ 170,000	\$ 70,000	\$ 23,000	\$ 263,000	0.42%	92.59%
CXX-SC-MIC-02	\$ 120,000	\$ 105,000	\$ 8,200	\$ 233,200	0.37%	92.97%
CXX-SC-MGM-01	\$ 130,000	\$ 90,000	\$ 4,100	\$ 224,100	0.36%	93.33%
CXX-SC-MIC-01	\$ 120,000	\$ 95,000	\$ 8,200	\$ 223,200	0.36%	93.68%
CXX-SC-INC-01	\$ 120,000	\$ 80,000	\$ 8,200	\$ 208,200	0.33%	94.02%
CXX-SC-INC-02	\$ 120,000	\$ 80,000	\$ 8,200	\$ 208,200	0.33%	94.35%
CXX-RC-MOM-01	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	94.67%
CXX-RC-MOM-02	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	94.99%
CXX-RC-MOM-03	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	95.30%
CXX-RC-MOM-04	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	95.62%
CXX-RC-MOM-05	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	95.94%
CXX-RC-MOM-06	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	96.26%
CXX-RC-MOM-07	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	96.57%
CXX-RC-MOM-08	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	96.89%
CXX-RC-MOM-09	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	97.21%
CXX-RC-MOM-10	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	97.53%
CXX-RC-MOM-11	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	97.84%
CXX-RC-MOM-12	\$ 190,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 198,200	0.32%	98.16%
HOP-HT-MOS-01	\$ 180,000	\$ 0	\$ 10,000	\$ 180,000	0.29%	98.45%
HOP-HT-MOM-01	\$ 180,000	\$ 0	\$ 10,000	\$ 180,000	0.29%	98.74%
HOP-HT-MOM-02	\$ 180,000	\$ 0	\$ 10,000	\$ 180,000	0.29%	99.03%
HOP-HC-MOM-01	\$ 180,000	\$ 0	\$ 10,000	\$ 180,000	0.29%	99.32%
HOP-HC-MOM-02	\$ 180,000	\$ 0	\$ 10,000	\$ 180,000	0.29%	99.60%
URG-CU-LAU-01	\$ 120,000	\$ 15,000	\$ 4,100	\$ 139,100	0.22%	99.83%

Código	costos Mant. Preventivo	Costo de falla	Costo intervención	Total, de costos	% unitario	% acumulado
URG-CU-SIY-01	\$ 100,000	\$ 0	\$ 8,200	\$ 108,200	0.17%	100.00%
				\$ 62,416,400		

7.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS CRITICIDAD

Se encontró que por los dos tipos de análisis de criticidad arrojaron los mismos equipos, los cuales poseen gran criticidad en los diferentes procesos, por lo tanto, afirma la decisión de darles mayor importancia tanto en recursos como en personal. Según la Resolución 2003 de 2014, numeral 2.3.2.1 del ministerio de salud, se debe tener un programa de revisiones periódicas de carácter preventivo cumpliendo con los requisitos e indicaciones dadas por los fabricantes. Por lo tanto, se procede a definir y listar dichos programas teniendo en cuenta la criticidad, recomendaciones del fabricante y referencias externas de los equipos y sistemas.

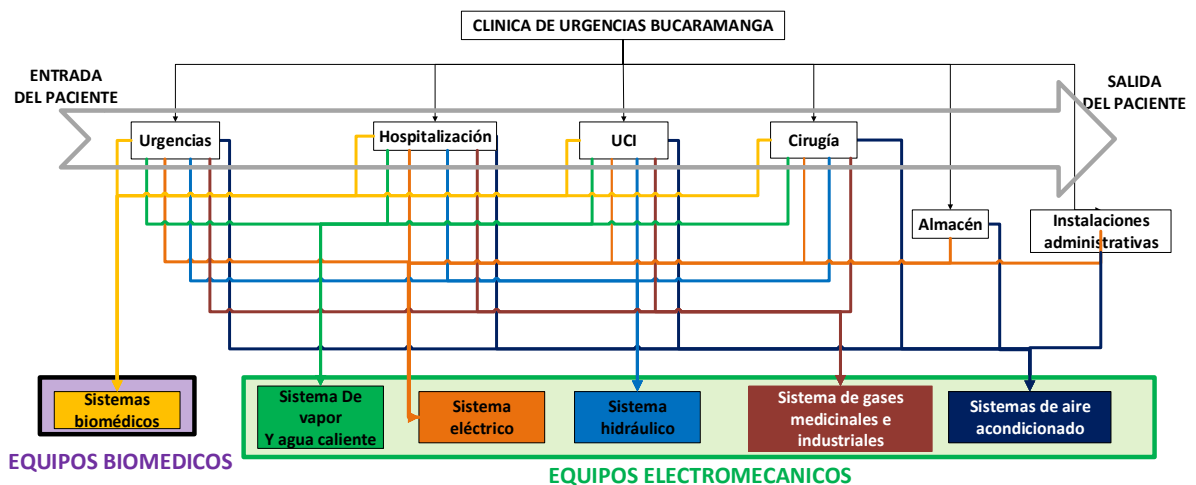
8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO

La recopilación de información y la estructuración de esta, es parte esencial del plan de mantenimiento. Para ello se deben tener en cuenta los requerimientos de mantenimiento de los sistemas, de acuerdo con el programa de trabajo, recomendaciones del fabricante, políticas y procedimientos establecidos.

Para la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S la información recopilada se divide en tres partes (equipos electromecánicos, biomédicos y planta física), en cada parte se establece para sus equipos críticos, hojas de vida, protocolos de mantenimiento, listas de tareas, ordenes de trabajo y cronogramas de intervenciones. Para los equipos no críticos se encuentran las listas de chequeo, al final toda esta información será importante para la elaboración del software.

A continuación, se muestra un esquema donde están representadas cada una de diferentes partes en los departamentos más esenciales de la clínica.

Figura 16. Organigrama de distribución de equipos y sistemas.



Después de la compra de un equipo la Clínica de Urgencias Bucaramanga genera su respectiva hoja de vida, esta contiene información específica del equipo, como su ficha técnica donde se encuentran datos de proveedor, fecha de compra, garantía, seriar en caso de tenerlo, especificaciones de funcionamiento. Modo de adquisición, fecha de inicio de funcionamiento, ubicación entre otros. en la Figura 17 y 18 se presenta el formato establecido internamente de las fichas técnicas, como hay diferencias entre equipos electromecánicos y biomédicos se presentará un ejemplo para cada uno de su tipo, la hoja de vida también contiene los reportes de listas de tareas y ordenes de trabajo, archivadas en la misma carpeta con el fin de tener un mejor registro de las intervenciones realizadas en cada equipo.



Clinica
de Urgencias
Bucaramanga S.A.S.

PÁGINA: 1
CÓDIGO: FO-MT-34
VERSIÓN: V1

E-MAIL: mantenimiento@clinicabucaramanga.com

EQUIPO: PLANTA DE EMERGENCIA MARCA: DETROIT DIESEL MODELO: STANDBAY SERIE: 17232

Figura 18. Ficha técnica equipo de rayos x.



**Clínica de Urgencias
Bucaramanga S.A.S.**

HOJA DE VIDA DE EQUIPO HOSPITALARIO
CLINICA DE URGENCIAS BUCARAMANGA S.A.S

PÁGINA: 1
CÓDIGO: FO-MT-34
VERSIÓN: V1

DIRECCIÓN: CARRERA 33 Nº 53 - 27

TELÉFONO: 6436131

E-MAIL: mantenimiento@clinicabucaramanga.com

1. IDENTIFICACIÓN									
1.1 CÓDIGO DEL EQUIPO: <u>RXX-SR-ERX-01</u>			1.2 RS: ☒ PC: ☐ NR: ☐						
1.3 CÓDIGO DEL PRESTADOR: <u>- - - - -</u>			SEDE: <u>- -</u>		1.4 DISTINTIVO: <u>R A Y O S - X</u>				
1.5 SERIE: <u>1 7 - 2 3 7</u>			1.6 INV/ACTIVO: ☐						



2. EQUIPO: <u>EQUIPO DE RAYOS X</u>		2.1 MARCA: <u>GENERAL ELECTRIC</u>	
2.2 MODELO: <u>KX3-8</u>		2.3 TIPO: <u>IIB</u>	
2.4 SERVICIO: <u>RAYOS X</u>		2.5 UBICACIÓN: <u>PISO 1</u>	
2.6 EQUIPO: MOVIL ☐ FIJO ☒			

3. REGISTRO HISTÓRICO			
3.1 FORMA DE ADQUISICIÓN: <u>COMPRA</u>		3.2 DOCUMENTO ADQUISICIÓN: _____	
FECHAS: 3.3 COMPRA: <u>N/A</u>		3.4 ACTA DE ENTREGA: <u>N/A</u>	
3.5 INSTALACIÓN: <u>N/A</u>		3.6 INICIO OPERACIÓN: <u>N/A</u>	
3.7 VENC. GARANTÍA: <u>N/A</u>		3.8 FABRICACIÓN: <u>N/A</u>	
3.9 COSTO: <u>N/A</u>		Pesos Colombianos 3.10 VIDA ÚTIL: _____ Años	
PROVEEDOR: <u>GENERAL ELECTRIC</u>		TEL: _____ CORREO: _____	
REPRESENTANTE: _____		TEL: _____ CORREO: _____	
FABRICANTE: <u>GENERAL ELECTRIC</u>		TEL: _____ PAÍS: <u>Estados Unidos</u>	

4. REGISTRO TÉCNICO DE INSTALACIÓN

4.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN: ELECTRICIDAD 4.1.1 CORRIENTE MÁX: 3 AMPERIOS 4.1.2 PESO: 100 KG

5. REGISTRO TÉCNICO DE FUNCIONAMIENTO

5.1 RANGO DE VOLTAJE: 100V-120V 5.2 RANGO DE CORRIENTE: 5A 5.3 RANGO DE POTENCIA: 60W 5.4 FRECUENCIA: 50/60 Hz

5.5 RANGO DE PRESIÓN: _____ 5.6 RANGO DE VELOCIDAD: _____ 5.7 RANGO DE TEMPERATURA: 0°C -60 °C 5.8 PESO: 100 KG

5.9 RANGO DE HUMEDAD: _____ 5.10 OTRAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE: Conexión a tomas de corriente AC con protección y regulación de voltajes

EQUIPO: EQUIPO DE RAYOS X MARCA: GENERAL ELECTRIC MODELO: KX3-8 SERIE: _____

La demás documentación que contiene la hoja de vida será explicada en los numerales, 8.3., 8.4. y 8.5.

8.2 PROTOCOLOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para los equipos críticos tanto electromecánicos como biomédicos, fueron establecidos los protocolos de mantenimiento, elaborados a partir del manual de servicio del fabricante. Se presenta el protocolo para la planta eléctrica como ejemplo, que también se puede encontrar en el **Anexo E**.

El manual de servicio predispone una tabla donde se encuentran las diferentes tareas de mantenimiento y el tiempo de intervención. Tabla 15, además dispone para cada tarea una descripción.

Tabla 15. Tareas preventivas planta de emergencia.

Ítem	Componente	Intervalo de mantenimiento									
		Mensual	Anual	150	300	600	1000	1500	2000	3000	4000
A	Aceite lubricante	I	R	R							
B	Tanques de combustible	I				I					
C	Líneas de combustible					I			R		
D	Sistema de enfriamiento	I									R
E	Turbocompresor										
F	Batería	I		I							
G	Correas	I		I							
H	Filtro de aire	I		I							
I	Filtros de aceite lubricante	Reemplazar cuando el aceite lubricante es cambiado									
J	Sistema de exosto					I					
K	Radiador			I							
L	Presión de aceite	I				I					
M	Alternador				I						
N	Presión del carter					I					
O	Ventilador						I				
P	Termostatos		I								R
Q	Respiradero del carter						I				R
R	Filtros de combustible	I	R	R							
	Donde:										
	I - Inspeccionar, corregir o reemplazar si es necesario R - Reemplazar										

A. Aceite lubricante.

- Revise el nivel de aceite lubricante con el motor detenido. Si el motor recién se detuvo, espere aproximadamente veinte minutos para que el aceite se regrese al contenedor. Agregue la cantidad de aceite que se requiera para mantener el nivel guía.
- Hacer una inspección visual de las fugas de aceite alrededor de filtros y líneas externas.

B. Tanques de combustible.

- Mantener el tanque de combustible lleno para reducir la condensación al mínimo.
- Abra el desagüe en la parte superior del tanque cada 500 horas para drenar cualquier residuo de agua.

C. Líneas de combustible.

- Realice una inspección visual en busca de fugas de combustible en las uniones de las líneas, en la manguera de succión y líneas de retorno.
- Las mangueras tienen una vida finita de servicio, por lo tanto, debe inspeccionarse su estado cada 500 horas de operación, en busca de daños y reemplazar cada 5 años de servicio.

D. Sistema de enfriamiento.

- Antes de encender el motor, siempre revise el nivel de refrigerante. Asegúrese de que el nivel se encuentre cerca a la parte superior del tanque del radiador. Agregue refrigerante si es necesario, procure no sobrellenar.
- Realice una inspección visual en busca de fugas de refrigerante.

E. Turbocompresor.

Inspeccione los montajes, ductos de entrada y salida en busca de fugas. Revise las líneas de entrada y salida de aceite en busca de fugas y restricción de flujo

de aire. Revise ruidos inusuales o vibraciones, si son excesivas, remueva el turbocompresor y corrija la causa.

F. Batería

Revise visualmente el nivel de líquido, si está bajo agregue agua desmineralizada para mantener el nivel de las celdas electrolíticas, no se debe sobrellenar ya que causa un bajo desempeño de la batería. Mantenga los terminales de la batería limpios, si es necesario, lave con una solución de soda y agua.

G. Correas de transmisión.

Las correas no deben estar flojas. Correas demasiado ajustadas imponen cargas adicionales en el cigüeñal, Cojinetes de ventilador y / o alternador, acortando la vida de la correa y del cojinete.

Utilice un tensiómetro cuando este tensionando las correas y guíese de la siguiente tabla:

Tabla 16. Especificaciones de correas.

Unidad del ventilador		
Una correa	2 o 3 Correas	
80-100lbs (356-445 N)	60 – 80 lbs (267 – 56 N)	
Alternador		
Correa	Nueva	Usada
Dos ½ - in. Ranura en V	125 lbs (556 N)	100 lbs (445 N)
2-Ranuras PowerBand	200 lbs (890 N)	150 lbs (667 N)
12 – Poliéster-V (50 DN alternador)	350 lbs (1557 N)	250 lbs (1112 N)

H. Filtro de aire.

El filtro de aire debe ser inspeccionado cada 150 horas, o más frecuentemente si el motor es operado bajo condiciones severas de polvo. Revise las juntas en busca de deterioros y reemplace si es necesario.

I. Filtros de aceite lubricante.

- Instale filtros cada 150 horas de operación o cada vez que el aceite sea cambiado, cualquiera que suceda primero.
- Realice una inspección visual de todas las líneas de aceite lubricante en busca de fugas o goteos. Si hay algún indicio de fuga, reemplace la línea de aceite y corrija la causa.

J. Sistema de exhosto.

Asegúrese de que los tornillos de retención del colector de escape y otras conexiones estén bien apretados.

K. Radiador.

El exterior del radiador debe inspeccionarse cada 12 meses, o 300 horas de servicio y limpiarlo, si es necesario.

Utilice un disolvente de grasa de calidad, tal como alcohol mineral y seque con aire comprimido. No se debe usar combustible, queroseno o gasolina.

L. Presión de aceite.

En condiciones normales de funcionamiento, la presión del aceite se debe observar cada vez que se arranca el motor. En caso de que el equipo tenga luces de advertencia en lugar de indicadores de presión, la presión debe ser verificada y registrada cada 600 horas para motores estacionarios e industriales.

M. Alternador.

- Se deben tomar precauciones al trabajar en o alrededor del alternador.
- Los diodos y transistores en el circuito del alternador son muy sensibles y pueden ser fácilmente destruidos.
- Se deben revisar los terminales de conexión en busca de corrosión y conexiones sueltas, los cables deben ser inspeccionados en busca de daño o deterioro.
- Revise que los tornillos de sujeción del alternador están debidamente ajustados cada 300 horas de operación y reajuste si es necesario.

N. Presión del Carter.

La presión del Carter debe ser revisada y registrada cada 600 horas.

O. Ventilador.

Utilice una pistola de engrase manual para lubricar los cojinetes cada 1.000 horas. Se debe tener cuidado de no sobrellenar la carcasa del cojinete.

P. Termostatos.

Reemplace los termostatos cada 4000 horas de servicio o 24 meses, lo que suceda primero.

Q. Respiradero del Carter.

El Carter debe ser removido y limpiado cada 1000 horas de servicio y el respiradero o boquilla de succión se debe reemplazar cada 4000 horas de operación. Este no es reutilizable.

Tomando el manual de servicio del equipo de rayos X General Electric siendo este equipo uno de los equipos críticos de tipo biomédico, al igual que la planta eléctrica fue realizado un protocolo de mantenimiento preventivo. En este protocolo se encuentran las tareas de mantenimiento con sus frecuencias y una descripción de cada una de ellas. Con intención de que los diferentes técnicos tengan la facilidad de consultar algún procedimiento del cual no tengan un pleno conocimiento.

Tabla 17. Protocolo de mantenimiento equipo de rayos X General Electric.

Componente	Frecuencia	Procedimiento
GENERAL		
Comprobación visual	12 meses	Inspeccione los residuos ya que éstos podrían indicar un desgaste anormal.
Limpieza y pintura generales	Cuando se necesite	
Comprobaciones funcionales	12 meses	Revisar que el equipo funcione con normalidad
BASE DE LA MESA		
Cubiertas telescópicas	12 meses	Compruebe su estado general y el grado de suciedad.
Pedales de control y botones de inhibición del movimiento	12 meses	Compruebe su estado y funcionamiento. Asegúrese de que nada obstaculiza el correcto accionamiento de los pedales y botones.

Componente	Frecuencia	Procedimiento
- Medidor del visualizador DFI - Cables eléctricos - Alimentación y conexiones a tierra - Cuadro de conexiones y conecta cables	12 meses 12 meses 12 meses 12 meses	Compruebe que el visualizador DFI muestra la DFI real. Compruebe el estado de las cubiertas de los cables y el encaminamiento de los mismos. Compruebe su estado general y las conexiones. Compruebe su estado general y las conexiones.
TABLERO - Acabado de la superficie - Rodamientos longitudinales y cojinetes de rueda - Pistas y raíles de los rodamientos longitudinales - Vástagos y rodamientos transversales - Topes de goma (longitudinal y transversal)	12 meses 12 meses 12 meses 12 meses 12 meses	Compruebe su estado general y el grado de suciedad. Compruebe su estado. Lubríquelos con aceite de molilitio. Límpielos con un aceite para máquinas suave o WD40. Límpielos con un aceite para máquinas suave y lubríquelos con aceite de molilitio Compruebe el estado de los topes y el ajuste de las piezas de fijación.
BANDEJA PORTA CHASIS Y CARRO - Mecanismo oscilatorio de la parrilla - Conector y cable eléctrico - Unidad de manipulación de chasis, pulsador y asa - Rodamientos y carriles (frontales y traseros) - Topes de goma - Bandeja - Indicador de tamaño del chasis y unidad de bloqueo - Conector y cable eléctrico	12 meses 12 meses 12 meses 12 meses 12 meses 12 meses 12 meses 12 meses	Compruebe que nada obstaculiza su movimiento. Asegúrese de que el conector está en perfectas condiciones y que hace contacto. Compruebe el estado de las cubiertas de los cables. Asegúrese de que nada obstaculiza el correcto accionamiento del asa y el pulsador. Compruebe su estado. Límpielos con un aceite suave para máquinas y lubríquelos con aceite de molilitio. Compruebe el estado de los topes y el ajuste de las piezas de fijación. Compruebe el estado general de la bandeja. Compruebe su estado. Límpielos con un aceite para máquinas suave. Asegúrese de que el conector está en perfectas condiciones y que hace contacto. Compruebe el estado de las cubiertas de los cables.

Componente	Frecuencia	Procedimiento
SUSPENSIÓN DE TECHO		
Carriles de las guías	12 meses	Lubrique los carriles con un paño ligeramente humedecido con un aceite suave.
Comprobaciones visuales y pruebas de funcionamiento	12 meses	Compruebe, sustituya o repare lo siguientes elementos en función de las necesidades: - Componentes sueltos del hardware, hilos sueltos o terminales eléctricos con cortocircuitos - Conexiones a tierra - Conexiones de los cables de alta tensión del tubo de rayos X y transformador de alta tensión - Cables e hilos exteriores desgastados - Limpieza/corrosión de las superficies de contacto - Piezas desgastadas o estropeadas - Cables de acero de gran resistencia a la tracción. Realice pruebas de funcionamiento.
Repuesto	8 años	Enrollador y cable de seguridad (conjunto del enrollador de seguridad completo).
COLIMADOR		
Lista de comprobación de las tareas de mantenimiento	12 meses	Lleve a cabo los siguientes procedimientos de calibrado: - Campo de rayos X frente al tamaño indicado - Alineación del campo de rayos X y el receptor - Alineación del haz - Alineación de los hilos reticulares con el campo luminoso - Alineación de la línea de luz con el Bucky (sólo automático) - Lubricación
Hardware	12 meses	Compruebe que los pernos de fijación del colimador están bien apretados
Lubricación	12 meses	Lubrique todas las piezas móviles
ACCESORIOS		
Cinta de compresión	12 meses	Compruebe su estado
Asideros para el paciente	12 meses	Compruebe su estado
Collimator Cone	12 meses	Compruebe su estado
MECÁNICA		
Cadena de contrapeso	18 meses	Inspeccione y lubrique la cadena. En caso de que esté excesivamente oxidada, sustitúyala
Rodamientos de rodillos del bastidor	18 meses	Limpie los carriles y los rodamientos de rodillos
Bloqueo vertical	18 meses	Guía dentada del bloqueo. Limpieza general. Realice una comprobación funcional

8.3 LISTA DE TAREAS PREVENTIVAS.

A partir de los protocolos de mantenimiento, fueron elaboradas las listas de tareas, con el fin de llevar un registro más detallado de cada intervención, estas listas tienen un diseño establecido por la Clínica urgencias Bucaramanga, donde se encuentran los datos más relevantes del equipo, el técnico encargado de la tarea, hora de inicio, prioridad de intervención, las tareas van a estar acompañadas de una simple descripción y como la tabla posee tareas con diferentes frecuencias se optó por dos casillas que confirman si fue realizada la labor o no, en la última fila se deja para las observaciones en caso de alguna eventualidad tener registro.

En la Tabla 18 se muestra la lista de trabajo para la planta de emergencia y Al igual que en el título anterior se expondrá las listas de mantenimiento preventivo para el equipo de rayos X como ejemplo del de los tipos de marinas. En caso de que desee consultar la lista de tarea completa dirigirse al **Anexo F**.

Tabla 18. lista de tareas de mantenimiento preventivo planta de emergencia.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: CUARTO DE MAQUINAS		CÓDIGO MAT-CM-PTM-01	
EQUIPO: PLANTA ELÉCTRICA		MARCA: DETROIT	MODELO: KKTA	FECHA:	
Elaborada por:			Hora de inicio:		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Sistema de enfriamiento	Semanal	Antes de encender el motor, siempre revise el nivel de refrigerante. Asegúrese de que el nivel se encuentre cerca a la parte superior del tanque del radiador.			
		Agregue refrigerante si es necesario, procure no sobrellenar. Realice una inspección visual en busca de fugas de refrigerante.			

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: CUARTO DE MAQUINAS		CÓDIGO MAT-CM-PTM-01	
EQUIPO: PLANTA ELÉCTRICA		MARCA: DETROIT	MODELO: KKTA	FECHA:	
Elaborada por:			Hora de inicio:		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Aceite lubricante	Mensual	Revise el nivel de aceite lubricante con el motor detenido. Si el motor recién se detuvo, espere aproximadamente veinte minutos para que el aceite se regrese al contenedor. Agregue la cantidad de aceite que se requiera para mantener el nivel guía.			
		Hacer una inspección visual de las fugas de aceite alrededor de filtros y líneas externas.			
Filtro de aceite	Reemplazar cuando el lubricante es cambiado	Instale filtros cada 150 horas de operación o cada vez que el aceite sea cambiado, cualquiera que suceda primero.			
		Realice una inspección visual de todas las líneas de aceite lubricante en busca de fugas o goteos. Si hay algún indicio de fuga, reemplace la línea de aceite y corrija la causa.			
Alternador	Mensual	Los diodos y transistores en el circuito del alternador son muy sensibles y pueden ser fácilmente destruidos.			
		Se deben revisar los terminales de conexión en busca de corrosión y conexiones sueltas, los cables deben ser inspeccionados en busca de daño o deterioro.			
		Revise que los tornillos de sujeción del alternador están debidamente ajustados cada 300 horas de operación y reajuste si es necesario.			
Presión de aceite	Mensual	En condiciones normales de funcionamiento, la presión del aceite se debe observar cada vez que se arranca el motor.			

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: CUARTO DE MAQUINAS		CÓDIGO MAT-CM-PTM-01	
EQUIPO: PLANTA ELÉCTRICA		MARCA: DETROIT	MODELO: KKTA	FECHA:	
Elaborada por:			Hora de inicio:		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Turbocompresor	Mensual	Inspeccione los montajes, ductos de entrada y salida en busca de fugas. Revise las líneas de entrada y salida de aceite en busca de fugas y restricción de flujo de aire.			
		Revise ruidos inusuales o vibraciones, si son excesivas, remueva el turbocompresor y corrija la causa.			
Batería	Mensual	Revise visualmente el nivel de líquido, si está bajo agregue agua desmineralizada para mantener el nivel de las celdas electrolíticas, no se debe sobrellenar ya que causa un bajo desempeño de la batería.			
Correas de transmisión	Mensual	Las correas no deben estar flojas. Correas demasiado ajustadas imponen cargas adicionales en el cigüeñal, Cojinetes de ventilador y / o alternador, acortando la vida de la correa y del cojinete.			
Radiador	Anual	Utilice un disolvente de grasa de calidad, tal como alcohol mineral y seque con aire comprimido. No se debe usar combustible, queroseno o gasolina.			
Líneas de combustible	Anual	Realice una inspección visual en busca de fugas de combustible en las uniones de las líneas, en la manguera de succión y líneas de retorno. Las mangueras tienen una vida finita de servicio, por lo tanto, debe inspeccionarse su estado cada 500 horas de operación, en busca de daños y reemplazar cada 5 años de servicio.			
Ventilador	Anual	Utilice una pistola de engrase manual para lubricar los cojinetes			

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: CUARTO DE MAQUINAS		CÓDIGO MAT-CM-PTM-01	
EQUIPO: PLANTA ELÉCTRICA		MARCA: DETROIT	MODELO: KKTA	FECHA:	
Elaborada por:			Hora de inicio:		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
		cada 1.000 horas. Se debe tener cuidado de no sobrellenar la carcasa del cojinete.			
Termostatos	5 años	Reemplazar termostatos			

Tabla 19. lista de tareas de mantenimiento preventivo equipo de rayos X.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: RAYOS X		CÓDIGO		
EQUIPO: EQUIPO DE RAYOS X		MARCA: GENERAL ELECTRIC	MODELO:	FECHA:		
Solicitante:			Fecha requerimiento.		Prioridad.	
RUTINA	FRECUENCIA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
				SI	NO	
1.Revicion general	Anual	Realizar una observación del estado del equipo en general.	Inspeccione los residuos ya que éstos podrían indicar un desgaste anormal. Revisar que el equipo funcione con normalidad			
2. cubiertas telescópicas	Anual	Realizar tareas de limpieza y lubricación.	Revisar que tenga un movimiento sin restricciones o ruidos.			
3. revisar el funcionamiento del visualizador DFI	Anual	Verificar la calidad de visión del DFI	Compruebe que el visualizador DFI muestra la DFI real			
4. realizar tareas de limpieza y lubricación del tablero.	Anual	Eliminar el polvo y lubricar las piezas mecánicas	Limpiar y lubricar rodamientos, cojinetes, vástagos y			

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: RAYOS X		CÓDIGO		
EQUIPO: EQUIPO DE RAYOS X		MARCA: GENERAL ELECTRIC	MODELO:	FECHA:		
Solicitante:			Fecha requerimiento.		Prioridad.	
RUTINA	FRECUENCIA	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
				SI	NO	
			rodamientos transversales.			
5. Revisar el chasis y el carro.	Anual	Realizar tareas de limpieza y lubricación	Revisar que nada obstaculice los rieles, el chasis, rodamientos			
6. verificar el estado de la suspensión del techo.	Anual	Limpiar y lubricar las partes móviles	Comprobar el funcionamiento de las partes móviles del chasis, y lubricarlas, revisar las conexiones eléctricas.			
7. Comprobar el funcionamiento del colimador	Anual	Realizar pruebas de funcionamiento y alineación del campo lumínico.	Alinear el campo de los rayos x, limpiar todos los componentes y lubricar las partes móviles.			
8. revisar los accesorios del equipo.	Anual	Verificar tu estado.	Verificar que no se encuentren rotos, grietas o ralladuras en los accesorios limpie			
9. revisar partes mecánicas	Anual	Inspeccionar las partes mecánicas en general.	Lubricar la cadena de contrapeso, si se encuentra oxidada cambiarla. Revise la guía dentada de bloqueo.			

8.4 ORDENES DE TRABAJO.

Las ordenes de trabajo son una plantilla generada por el software de mantenimiento donde se condensa información como: el nombre y código del equipo a intervenir, solicitante, prioridad, a quien se le asigna la orden, el tipo de tarea en caso de que sea correctiva o preventiva, recursos necesarios que es referente a herramientas, repuestos o materiales, también contiene una casilla de documentación teórica donde tendrá el enlace la lista de tareas la si impresión, y por ultimo observaciones de la orden, hora de inicio y finalización, firma del jefe de mantenimiento y en caso que se requiera algún repuesto la firma del jefe de almacén. Cabe resaltar que por la norma que rige a las empresas prestadoras de salud tanto como ordenes de trabajo y listas de tareas serán impresas y archivadas en las hojas de vida de cada equipo.

Figura 19. Ordenes de trabajo mantenimiento preventivo planta de emergencia.

 Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.	ORDEN DE TRABAJO	
	Equipo: Planta de Emergencia	Código: MAT-CM-PTM-01
Solicitante: Alirio Ferreira	Fecha de solicitud: 06/11/17	
comentario: Presenta buen estado.	Prioridad: Alta	Orden: 001
Técnico asignado: Ingercol		
Tipo de tarea: Mantenimiento preventivo mensual		
Recursos necesarios: destornilladores, llaves boca fija, copas, multímetro, llave de expansión.	Documentación teórica necesaria: protocolo de mantenimiento, lista de tareas de mantenimiento preventivo	
Observaciones:		
Hora de inicio: 8:00 AM	Hora de finalización: 4:00 PM	
Firma jefe de mantenimiento:	Firma jefe almacén:	

8.5 CRONOGRAMAS.

Como parte esencial del plan de mantenimiento se encuentra el cronograma de actividades, donde se encuentran estipuladas las fechas de intervención para cada equipo, teniendo mejor distribución de recursos de personal, el cronograma fue elaborado en un periodo de un año y se encuentra dividido por meses y semanas, en la Figura 20 está ilustrado el cronograma de los equipos electromecánicos del primer semestre del año, en donde, se ve que el color azul corresponde a las tareas de inspección u el color amarillo a las tareas de reemplazo. Los cronogramas de los equipos electromecánicos, biomédicos y planta física se encuentran en el **Anexo G**.

Figura 20. Cronograma de equipos electromecánicos.

EQUIPO	MARCA	CÓDIGO TAXONÓMICO	MESES																							
			ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Aire Acondicionado	TYPHOON	CXX-SC-AAT-01																								
Aire Acondicionado	TYPHOON	CXX-SC-AAT-02																								
Aire Acondicionado	LG	CXX-SC-AAM-01																								
Aire Acondicionado	STARLIGHT	UCI-CU-AAC-01																								
Aire Acondicionado	YORK	UCI-CU-AAC-02																								
Aire Acondicionado	MCQUAY	URG-CU-AAM-01																								
Aire Acondicionado	LG	MOR-SM-AAM-01																								
Compresor De Aire Medicinal	AMICO	MAT-CM-CAM-01																								
TRANSFORMADOR (Subestación Eléctrica)	GAMNS	MAT-CM-TFM-01																								
Planta De Emergencia	DETROIT	MAT-CM-PTM-01																								
Ascensor	Mitsubishi	MAT-CM-ACE-01																								
Ascensor	Schindler	MAT-CM-ACE-02																								
Caldera	CONTINENTAL	MAT-CM-CDC-01																								
Compresor	INGERSOLL-RAND	MAT-CM-CPI-01																								
Bomba De Vacío	AMICO	MAT-CM-BOV-01																								
Esterizadora Vapor	Steris	MAT-CM-ETV-01																								

INSPECCIÓN

REEMPLAZO SEGÚN FABRICANTE

8.6 LISTAS DE CHEQUEO EQUIPOS DE BAJA CRITICIDAD.

Las listas de chequeo fueron elaboradas para aquellos equipos triviales que no están involucrados en los distintos procesos misionales de la clínica, o en caso

contrario su relevancia en mínima. Las tareas que conforman los chequeos son preestablecidas por el personal técnico de la empresa ya que cuentan con más de 20 años de experiencia en mantenimiento de equipos de este tipo.

En la Tabla 20 se encuentra la lista de chequeo para las UPS lo cual se encuentra entre los equipos no críticos omitiendo la tabla de firmas de los responsables. En el **Anexo F** se puede encontrar las demás listas.

Tabla 20. lista de chequeo UPS.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: GENERAL		CÓDIGO UCI-CU-UPS-01	
EQUIPO: UPS		MARCA: TRIPP-LITE	MODELO: 6KVA	FECHA:	
Solicitante:			Fecha requerimiento.		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Revisión general	4 meses	Comprobación visual de todos los indicadores de la UPS tanto ópticos como acústicos.			
		Limpiar el polvo.			
		Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.			
		Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones, alimentación de la UPS, internas y externas, analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones, etc. Usar limpiador d contactos.			
Revisión sistema eléctrico	12 meses	Comprobación de la estabilidad y estado de carga de la batería, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico (previo aviso a los usuarios de PC de cierre de aplicaciones). El tiempo típico de garantía de suministro suele estar sobre los 15 minutos. En			

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ACTIVIDAD: MANT PREVENTIVO		UBICACIÓN: GENERAL		CÓDIGO UCI-CU-UPS-01	
EQUIPO: UPS		MARCA: TRIPP-LITE	MODELO: 6KVA	FECHA:	
Solicitante:			Fecha requerimiento.		Prioridad.
RUTINA	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
		su caso, comprobación de cada uno de los elementos de las baterías.			
		Comprobación-calibración de valores eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (tester, multímetro, osciloscopio, etc.).			

8.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA FÍSICA.

Cumpliendo con la norma establecida por la secretaria de salud, fue elaborado un plan de inspecciones e intervenciones periódicas a la infraestructura de la empresa, con el fin, de garantizar los estándares de higiene y presentación de dicha norma, este plan contempla tareas de limpieza, desinfección, resane y pintura. La cuales están dirigidas a paredes, pisos, cielorrasos, escaleras, pasillos y azoteas, la norma es clara en el uso de pinturas que sean lavables y tener todo lo que abarque la infraestructura en excelente estado para evitar el deterioro y la contaminación de los pacientes por agentes externos.

El plan de mantenimiento contempla para la planta física cronograma de sus actividades, dándole el mismo uso del formato del cronograma para tareas preventivas de los equipos. Además, el software generará ordenes de trabajo para las diferentes tareas estipuladas con el formato presentado en el título 8.3.

8.8 GESTIÓN DE RECURSOS.

Para la gestión de recursos del plan de mantenimiento es de total importancia estimar la cantidad necesarios para la elaboración de alguna tarea, con el fin de evitar un mal uso. Los recursos se dividen en: recursos materiales, recursos humanos y recursos económicos, para clasificarlos de una mejor manera. Las ordenes de trabajo poseen una casilla donde se indica los materiales, herramientas y personal necesarios, esta casilla es llenada por el software de mantenimiento en el caso de que las tareas sean preventivas, por otro lado, si las tareas son correctivas el jefe de mantenimiento es el encargado de estimar los recursos que se van a usar.

Cuanto una tarea queda pendiente por motivos de repuestos o materiales no disponibles, las tareas quedan suspendidas con alta prioridad, y se hace la solicitud pertinente al jefe de manteniendo, en estas ocasiones la lista de las tareas pendientes es jerarquizada de acuerdo con la prioridad del sistema a cuál pertenecen los equipos a intervenir, y la orden de trabajo queda abierta hasta contar con los recursos necesarios.

8.9 CONTRATACIÓN.

La empresa cuenta con equipos sofisticados, las cuales las tareas de mantenimiento requieren recursos especializados como personal o equipamiento, es por este motivo que la Clínica opta por la contratación de servicios de mantenimiento, en equipos vitales que pueden llegar a requerir mantenimiento en horas inesperadas, por esto, una de las exigencias primordiales de la contratación a empresas prestadoras del servicio de mantenimiento, es la disponibilidad de 24 horas.

por parte del control de estas contrataciones externas, se exige a las empresas el llenado de las tareas estipuladas según su protocolo de mantenimiento y deberán también registrarse al cronograma de mantenimiento preventivo, a su vez, deberán entregar con su factura, un informe detallado de las tareas realizadas y su costo referentes a la mano de obra y materiales usados. El jefe de mantenimiento es el encargado de la revisión de los informes y el control, las facturas de cobro deberán ser firmadas previamente por él, antes de ser liquidadas.

9. SISTEMA COMPUTARIZADO DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

La implementación y ejecución de las actividades programadas de mantenimiento requiere de control y seguimiento por parte del área de mantenimiento. Con el fin de facilitar la planificación de las acciones de mantenimiento se recurre a herramientas computacionales, ayudando a reducir el error humano, mejorar la calidad de las decisiones de gestión y verificar el cumplimiento de las normas.

Haciendo uso de la información recopilada previamente en la institución, junto con los resultados obtenidos en los ítems anteriores de este proyecto, se procede a realizar la implementación del software de mantenimiento de la Clínica de Urgencias Bucaramanga S.A.S.

9.1 REQUERIMIENTOS BÁSICOS

Para establecer los requisitos del software de mantenimiento se consultó al personal que va a tener interacción directa con este, junto con el director de sistemas informáticos de la Clínica de Urgencias Bucaramanga.

Como resultado de las observaciones he ideas planteadas por el personal de mantenimiento se obtuvieron los siguientes requisitos básicos en el software:

- Interfaz clara e interactiva que permita la navegación por medio de módulos.
- Perfiles de acceso con diferentes permisos según la función del usuario
- Interconexión entre los departamentos de la institución

- Modulo donde el personal general puede reportar fallas y solicitudes de mantenimiento
- Que al reportarse una falla se pueda escoger la prioridad, anexar una descripción escrita del problema y escoger un técnico específico o enviar la orden al departamento de mantenimiento en general.
- Tener una base de datos activa, con las diferentes listas de tareas a realizar en cada equipo y la generación de órdenes de trabajo en base a fechas pre programadas.

9.2 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

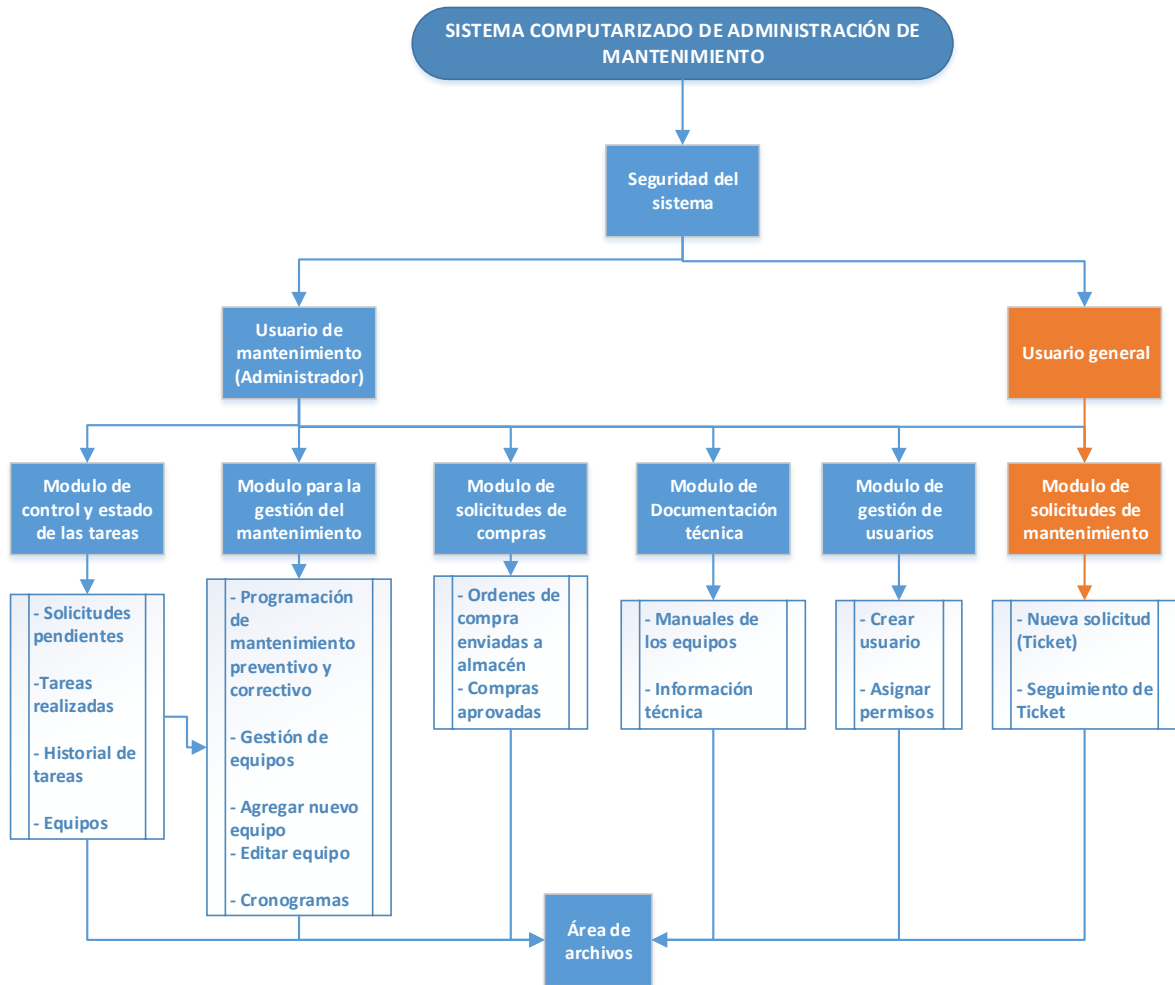
El software toma los datos de entrada, ya sean manuales (proporcionadas por el usuario) o automáticas. Esta información es almacenada y procesada por el servidor de la clínica ubicado en el departamento de sistemas de la institución. Posteriormente genera la salida de la información basado en parámetros preestablecidos por el personal de sistemas y mantenimiento, haciendo la respectiva copia de los datos en cada punto del proceso.

Figura 21. Diagrama de flujo de datos software



9.2.1 Módulos. Los módulos que componen el software de mantenimiento están seleccionados especialmente para adquirir, procesar, guardar y generar la información de mantenimiento, así mismo, estos módulos están compuestos por vínculos internos para hacer más fácil e intuitiva la interacción con el usuario.

Figura 22. Diagrama de módulos



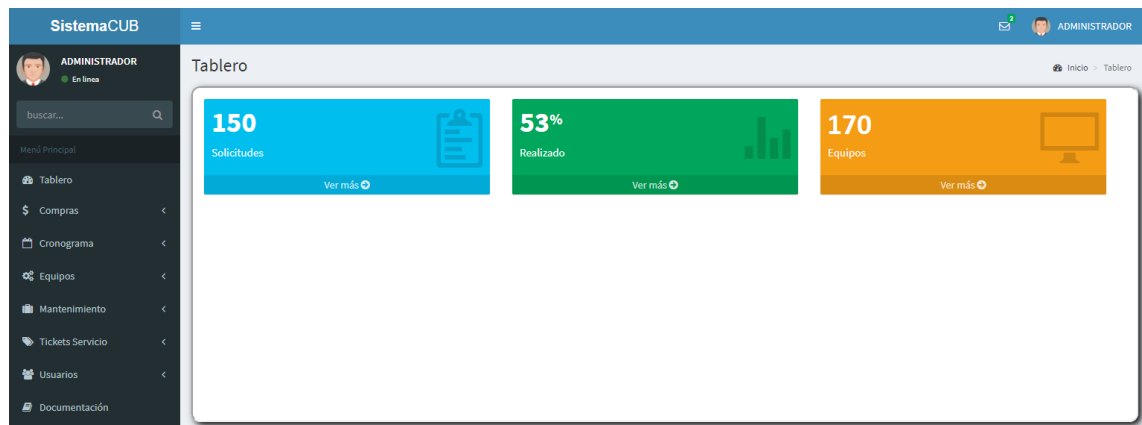
- **Ingreso al programa:** Para poder ingresar al software de mantenimiento el usuario primero debe ingresar información que lo identifica como administrador (personal de mantenimiento) o usuario general. Dependiendo de el tipo de usuario tiene acceso a diferentes módulos.

Figura 23. Ingreso al sistema



- **Control y estado de las tareas:** Esta es la interfaz principal del Sistema, en la parte izquierda se encuentran los diferentes módulos que componen el software y en tablero se observa el estado de las tareas, solicitudes y equipos de la institución.

Figura 24. Control y estado de tareas



- **Solicitudes de mantenimiento:** A través de este módulo los usuarios pueden solicitar o programar una tarea ya sea de tipo preventivo o correctivo. Para ello deben especificar el asunto, el departamento a la cual va dirigida la solicitud, la prioridad que consideran, el tipo de solicitud, además de especificar si requieren la atención de un técnico específico.

Figura 25. Solicitud de mantenimiento

SistemaCUB ADMINISTRADOR En línea

Tablero Inicio > Tablero

Ticket de Servicio

Asunto

Departamento: Mantenimiento Prioridad: Media Tipo: REPORTE DAÑO

Usuario específico: ☐ No ☒ Si

Usuario: Seleccionar...

Descripción del caso

Generar Ticket de Servicio

- **Solicitudes pendientes:** En este módulo el personal de mantenimiento puede observar que tareas están pendientes por realizar. Haciendo clic en cada una de estas encuentran información adicional proporcionada por el solicitante.

Figura 26. Solicitudes de mantenimiento

SistemaCUB ADMINISTRADOR En línea

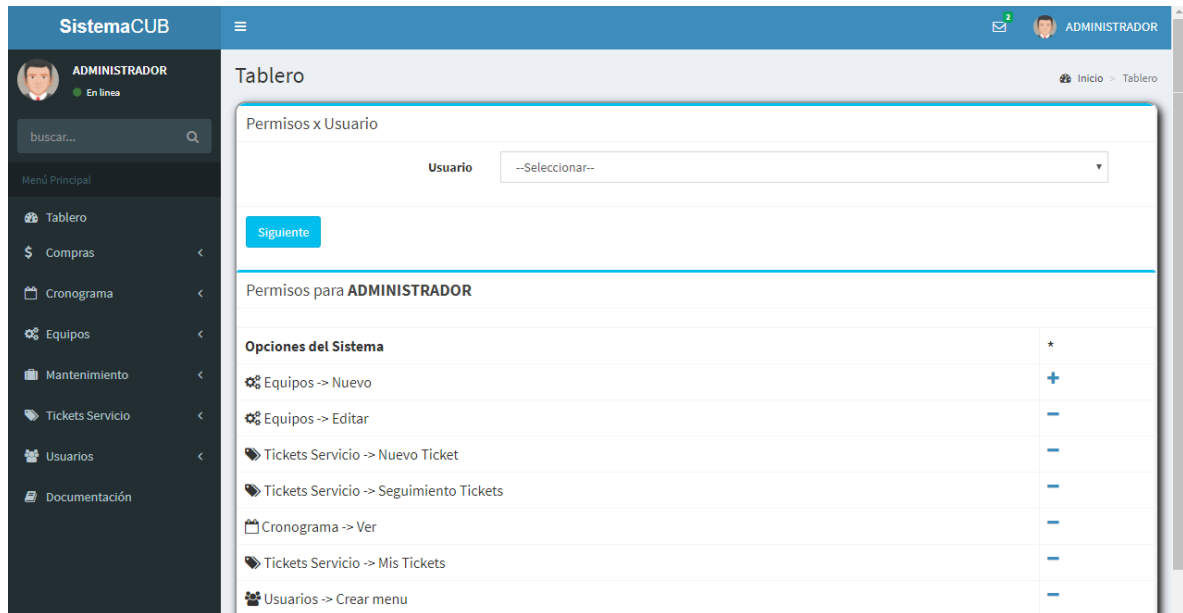
Tablero Inicio > Tablero

✓ 13 Ticket's Pendientes

# Ticket	Fecha	Asunto	Prioridad	Tipo	Usuario Responsable
73	2017-08-23 11:23	Ventilador no enciende	ALTA	REPORTE DAÑO	ADMINISTRADOR
74	2017-08-23 15:34	Cialtica fallando	ALTA	REPORTE DAÑO	
64	2017-08-22 15:07	PINTADA PISO CUARTO CALDERAS	BAJA	MANT. PREVENT	CAMACHO ALVAREZ JOSE LUIS
65	2017-08-22 15:08	Reparar nevera	BAJA	REPORTE DAÑO	
68	2017-08-22 15:27	No hay agua caliente	BAJA	REPORTE DAÑO	GALVIS HOLGUIN JAYSON FERNANDO
69	2017-08-22 15:28	Aire acondicionado ruidoso	BAJA	REPORTE DAÑO	
70	2017-08-22 15:29	Humedad baja compresor AMICO	BAJA	REPORTE DAÑO	CAMACHO ALVAREZ JOSE LUIS
72	2017-08-23 11:22	AIRE FACTURACION DAÑADO	BAJA	REPORTE DAÑO	GUSTAVO A. GOMEZ
75	2017-08-23 15:35	Calibracion Rayos X	BAJA	MANT. PREVENT	
67	2017-08-22 15:26	Aire gotea	MEDIA	REPORTE DAÑO	
71	2017-08-22 15:37	Cardiografo no imprime	MEDIA	REPORTE DAÑO	CAMACHO ALVAREZ JOSE LUIS
76	2017-08-23 16:41	ARREGLO TABLERO DE CX	MEDIA	REPORTE DAÑO	
77	2017-08-30 14:51	Goteo aceite planta	MEDIA	REPORTE DAÑO	CAMACHO ALVAREZ JOSE LUIS

- **Gestión de usuarios:** A través de este módulo el personal de mantenimiento puede asignar o quitar permisos a los usuarios de la institución fácilmente.

Figura 27. Gestión de permisos de usuarios.



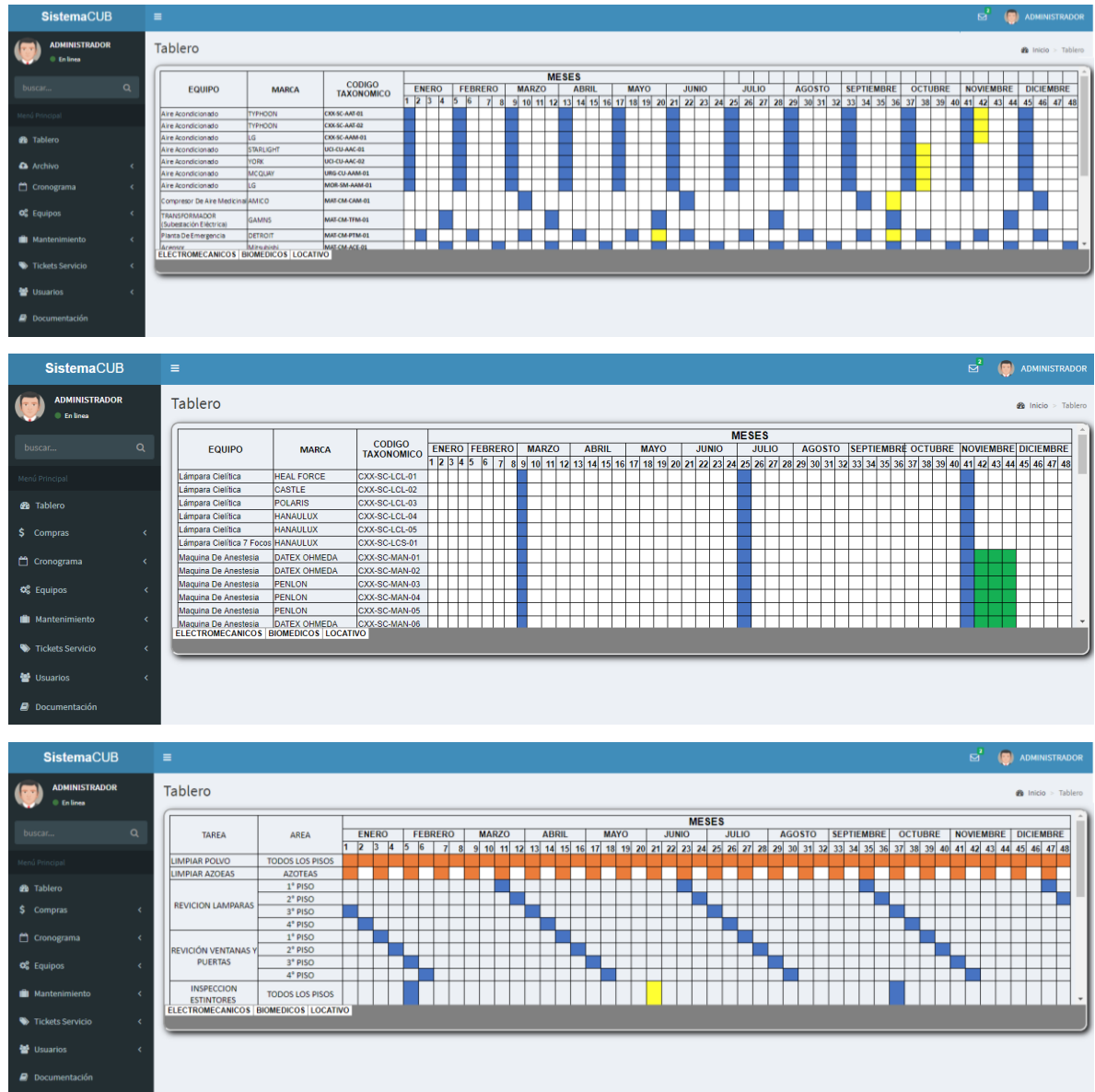
- **Historial de solicitudes:** En este modulo el administrador puede revisar las solicitudes ya culminadas, esto para llevar un control de la disposicion del personal y como este se esta desempeñando en cuanto a la solucion de problemas de los equipos.

Figura 28. Historial de solicitudes

#	# Pedido	Usuario Solicita	Departamento
1	14384	TERAPIAS	LOZANO GARCIA LEIDY JOHANNA
2	10001	IMAGENOLOGIA RX	FUENTES GUTIERREZ LIZETH NOHELIA
3	10007	CIRUGIA	CORDERO VASQUEZ AMINTA
4	10003	URGENCIAS	MARTINEZ PEREZ GLORIA
5	10008	PISO TERCERO NORTE HOSP.	APARICIO PINTO LILIANA
6	10006	CIRUGIA	CORDERO VASQUEZ AMINTA
7	10011	UCI ADULTOS	RODRIGUEZ LAGUADO SILVIA JULIANA
8	10018	UCI ADULTOS	ARCINIEGAS TRUJILLO LUIS FERNANDO
9	10017	PISO TERCERO NORTE HOSP.	ARDILA REYES LEYDI PAOLA
10	10035	PISO TERCERO SUR HOSP.	CASTILLO CAÑAS ANA CRISTINA
11	10032	FACTURACION	ORTIZ MANTILLA SUSANA
12	10021	FARMACIA	CHACON OCHOA JEFFERSON
13	10014	FARMACIA	CHACON OCHOA JEFFERSON
14	10029	CIRUGIA	CORDERO VASQUEZ AMINTA
15	10016	CONTABILIDAD	MERCHAN CORREA LENY ROXANA
16	10031	URGENCIAS	GALVIS DURAN YULEXY
17	10028	CIRUGIA	RINCON SANCHEZ EDINSON
18	10042	TALENTO HUMANO	VELOZA CORREA LIGIA ELENA
19	10020	UCI ADULTOS	RODRIGUEZ LAGUADO SILVIA JULIANA

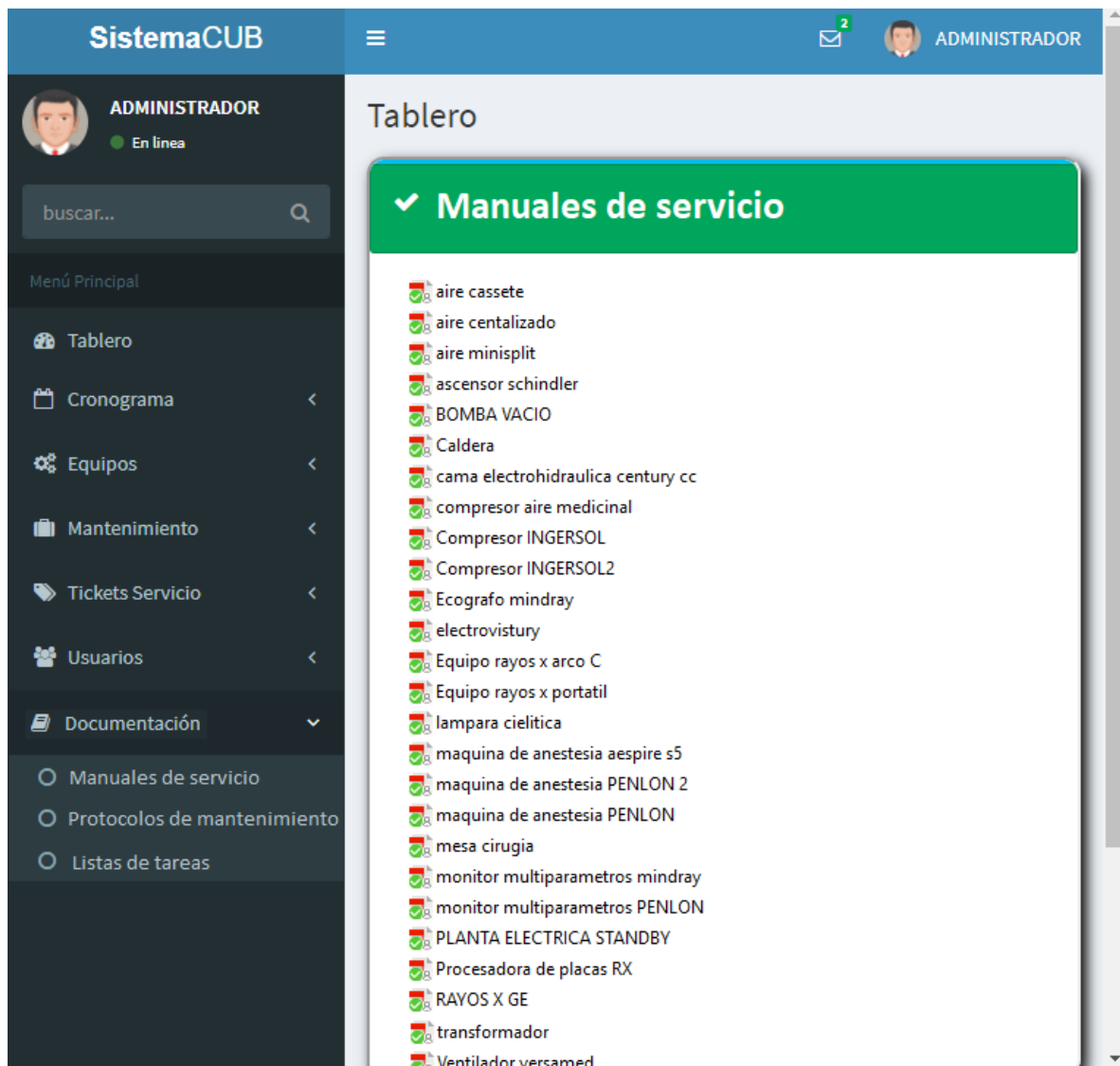
- **Cronogramas de mantenimiento:** Este módulo contiene los diferentes cronogramas de mantenimiento y calibración de los equipos e instalación es locativas de la institución.

Figura 29. Cronogramas de mantenimiento Software.



- **Módulo de documentación:** Aquí se pueden consultar la información técnica y demás información de los equipos como: protocolos de mantenimiento y listas de tareas.

Figura 30. Módulo de documentación.



- **Módulo para la administración del equipo:** Este módulo proporciona información de datos específicos de los equipos. Además, Interactúa con la planeación y control de órdenes de trabajo.

Figura 31. Módulo para la administración del equipo.

Consecutivo	Nombre	Marca	Ubicación	Modelo	Protocolo_mant	Proveedor	Lista_tareas	Tipo_equipo	Cod taxonomico	Serial
1	BOMBA DE VACIO	1	9	TYPE RC05 D526-1012	PM_001	1	LT_001	2	MAT-CMBOV-01	U111000181111
2	PLANTA ELECTRICA	2	9	SANDBY	PM_002	2	LT_002	2	MAT-CM-PTM-01	17232
3	ASCENSOR	3	9	ME1980025	PM_003	3	LT_003	2	MAT-CM-ACE-01	ACE210
4	ASCENSOR	4	9	NULL	PM_004	4	LT_004	2	MAT-CM-ACE-02	33000007690
5	CALDERA	5	9	E52C30C	PM_005	5	LT_005	2	MAT-CM-CDC-01	AC024
6	COMPRESOR DE AIRE MEDICINAL	1	9	A-SCD-D120P-SS-N-100	PM_006	6	LT_006	2	MAT-CM-CAM-01	866702-866701
7	TRANSFORMADOR	75	9	630KVA	PM_007	47	LT_007	2	MAT-CM-TFM-01	NULL
8	AIRE ACONDICIONADO	76	10	AS24W8WB0XAP	PM_008	48	LT_008	2	SIT-SS-AAM-01	PAJ7600678R
9	EQUIPO DE RAYOS X ARCO EN C	77	19	NULL	PM_009	48	LT_009	2	ALM-AL-AAM-01	NULL
10	EQUIPO DE RAYOS X PORTATIL	78	1	3R-01-1075-THC	PM_010	48	LT_010	2	CXX-SC-AAT-01	K06920
11	COMPRESOR	78	1	3R-01-1075-THC	PM_011	48	LT_011	2	CXX-SC-AAT-02	CT808 - 09131
12	COMPRESOR	86	3	NULL	PM_012	48	LT_012	2	UCI-CU-AAC-02	2006-000324
13	MAQUINA DE ANESTESIA	80	5	FCD192EV12B	PM_013	48	LT_013	2	URG-CU-AAM-01	977-0212-16896
14	ESTERILIZADOR A VAPOR	81	3	NULL	PM_014	48	LT_014	2	UCI-CU-AAC-01	NULL
15	LAMPARA CIELOITICA	81	1	FCP6-0008TV	PM_015	48	LT_015	2	CXX-RC-AAM-01	L0303972463
16	CAMA ELECTRICA	82	7	BAR-36-1	PM_016	48	LT_016	2	UTF-LB-AAM-02	8110550002736
17	MESA DE CIRUGIA	77	17	70N10B1	PM_017	48	LT_017	2	ADM-AU-AAM-01	T127AC01251
18	MONITOR MULTIPARAMETROS	82	7	ASOC0120B0	PM_018	48	LT_018	2	UTF-LB-AAM-03	ST0508E00193
19	EQUIPO DE RAYOS X	83	4	AS1C0120B0	PM_019	48	LT_019	2	HOP-HC-AAM-01	ST0410E00219
20	EQUIPO DE RAYOS X PORTATIL	77	20	S092CI	PM_020	48	LT_020	2	CSE-VC-AAM-01	802KATM0089
21	DESBIBLADOR	83	4	AS1C0120B0	PM_021	48	LT_021	2	HOP-HC-AAM-02	ST0408E00936
22	ELECTROCARDIOGRAFO	83	4	AS1C0120B0	PM_022	48	LT_022	2	HOP-HC-AAM-03	T0410G00212
23	LPS	77	4	Vn09CE	PM_023	48	LT_023	2	HOP-HC-AAM-04	NULL
24	VENTILADOR	77	4	Vn09CE	PM_024	48	LT_024	2	HOP-HC-AAM-05	NULL
25	ECOGRAFO	77	4	Vn09CE	PM_025	48	LT_025	2	HOP-HC-AAM-06	NULL

- **Orden de trabajo generada:** A continuación, se puede observar una orden de trabajo automáticamente por el software.

Figura 32. Orden de trabajo generada.

150

Solicitudes

Ver más

53%

Realizado

Ver más

170

Equipos

Ver más

Orden de Trabajo

Equipo: Ecógrafo

Código: RXX-SR-ECO-01

Solicitante: Alirio Ferreira

Fecha de solicitud: 09/10/17

Comentario: Presenta buen estado

Prioridad: Media N°Orden: 020

Técnico asignado: William Peralta

Tipo de tarea: Mantenimiento preventivo

Recursos necesarios: Destornilladores, multímetro, paños, barsol, gel desinfectante, alcohol.

Documentación teórica necesaria: protocolo de mantenimiento, lista de tareas de mantenimiento preventivo

Observaciones:

Hora de inicio: 8:00 AM

Hora de finalización: 10:00 AM

Firma jefe de mantenimiento:

Firma jefe almacén:

9.2.2 Control de órdenes de trabajo. El flujo de la información para la solicitud y generación de órdenes de trabajo está controlado por el software y este depende

de la interacción con el personal, a continuación, se representa el flujograma de información.

Figura 33. PARTE 1: Diagrama ordenes de trabajo software

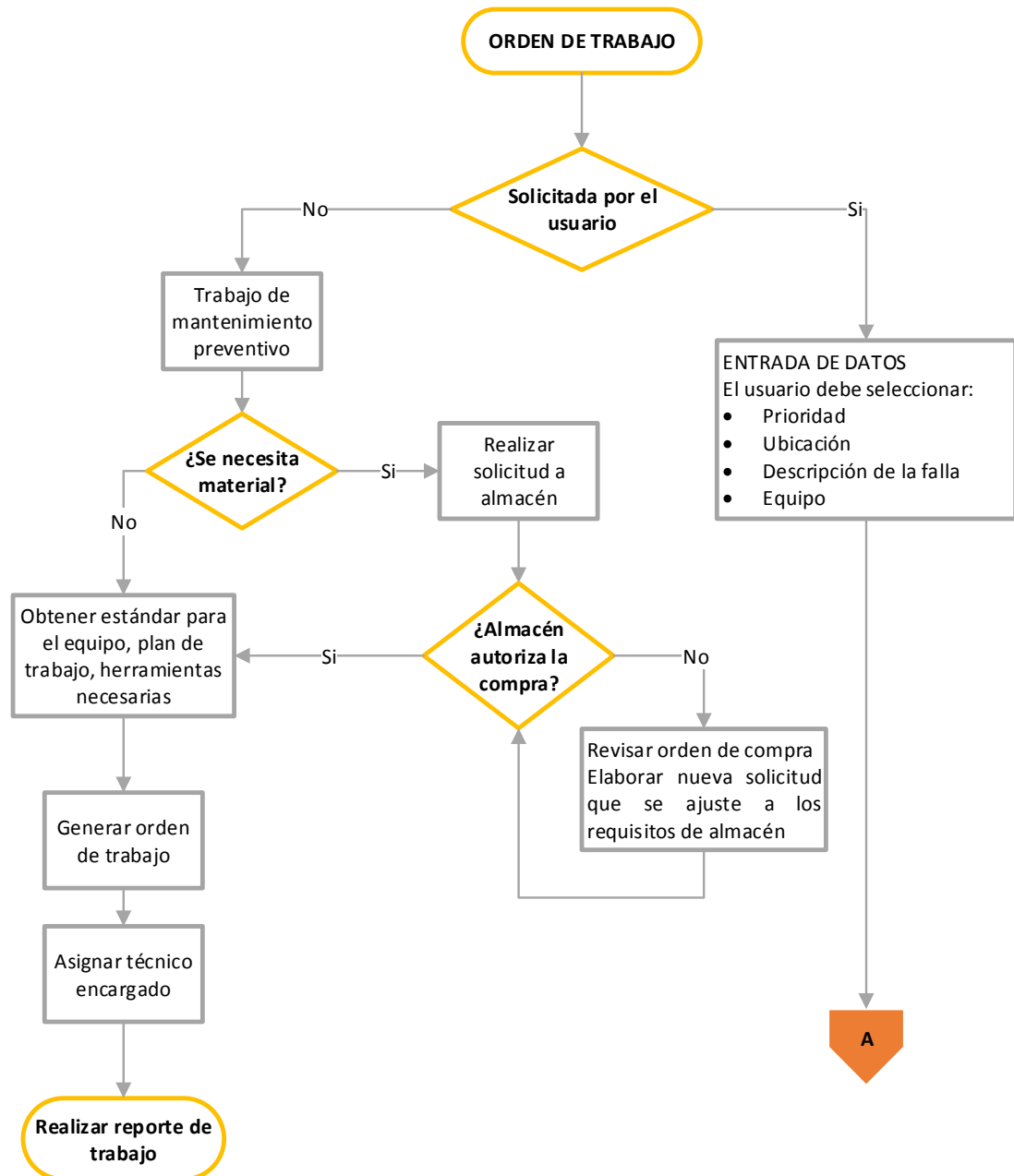
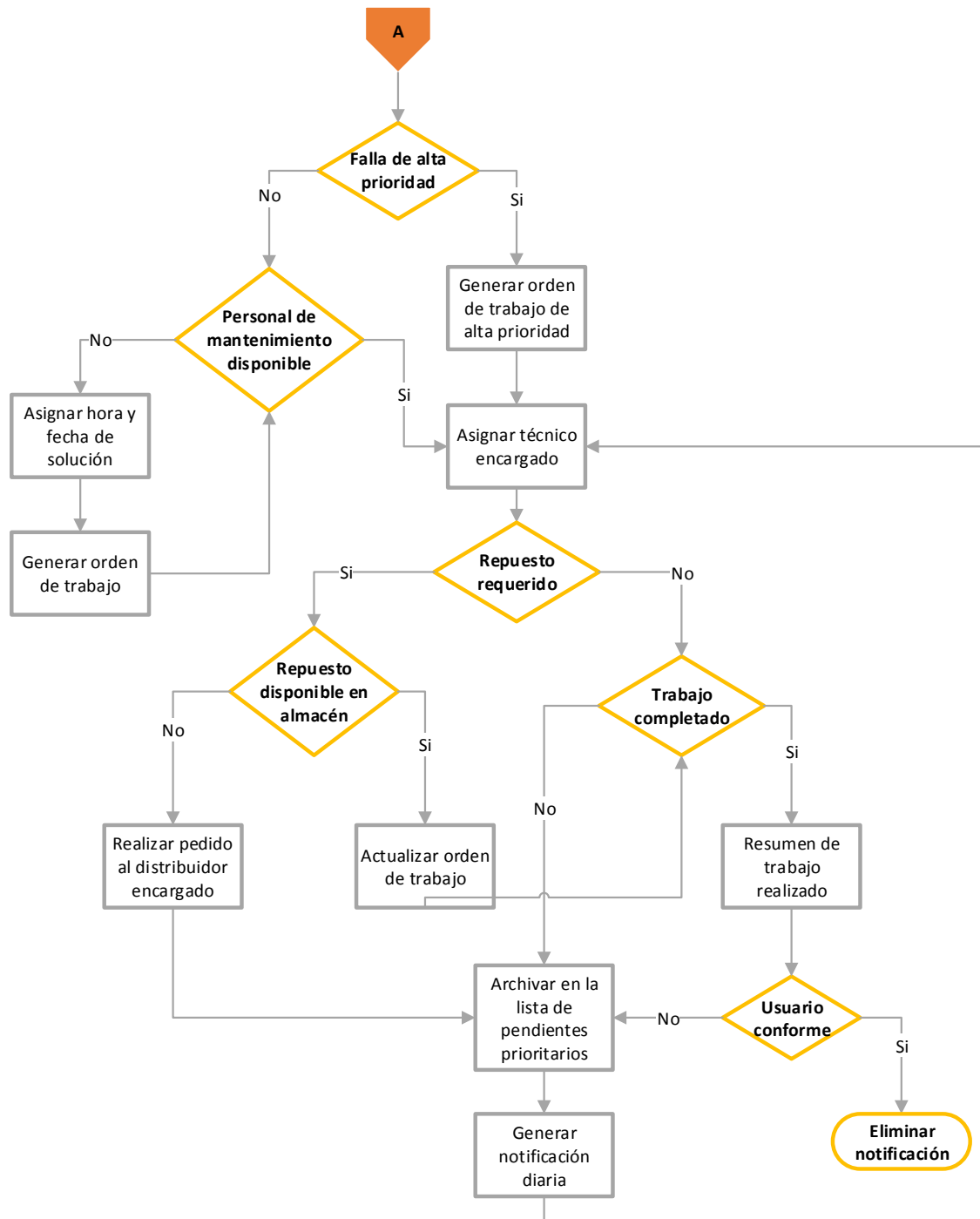


Figura 34. PARTE 2: Continuación diagrama órdenes de trabajo software



10. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

El contenido que presenta este capítulo es una propuesta de los autores y no está involucrada con las decisiones de las directivas de la clínica Urgencias Bucaramanga.

10.1 REDUCCIÓN DE COSTOS.

Para la implementación del plan maestro de mantenimiento preventivo y tiene como propuesta la reducción en costos del contrato externo de la empresa Refrigeración LTDA., ya que una gran mayoría de los equipos no cumplen con la alta criticidad que se requiere para tener un servicio externo especializado. Para la reducción de estos costos se tienen una inversión de capacitación de uno de los técnicos, al cual se le entregara la tarea de revisión y arreglo de los equipos de aire acondicionado. En la Tabla 21 se tiene los costos del primer semestre debido a la contratación del mantenimiento preventivo de equipos como: aires acondicionados, ascensores, planta eléctrica y subestación, caldera, planta de teléfonos y calibración y mantenimiento de equipos biomédicos.

Tabla 21. Costos de mantenimiento preventivo externalizado por semestre.

COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
refrigeración limitada	6	\$ 2.517.459	\$ 15.104.754
Ascensor Schindler	6	\$ 321.289	\$ 1.927.734
Ascensor Mitsubishi	6	\$ 616.570	\$ 3.699.420
Ingercol	4	\$ 320.296	\$ 1.281.184
ARG	1	\$ 8.430.757	\$ 8.430.757
JOG planta de teléfonos	6	\$ 240.000	\$ 1.440.000
RLS recarga extintores	2	\$ 435.000	\$ 870.000
Bioasesores	1	\$ 996.800	\$ 996.800
Camilo Ferreira	6	\$ 3.057.200	\$ 18.343.200

Disminuyendo el contrato de los equipos de aire acondicionado de todos los equipos a solo los equipos que estén involucrados con los procesos misionales, los cuales requieren de una disposición de las 24 horas por parte del personal de mantenimiento en caso de presentarse una falla.

Los equipos que seguirán en el contrato son los presentados en la Tabla 22. Esta contempla los valores por intervención mensual como valor de mantenimiento ya que estos equipos tienen un alto nivel de criticidad. Como el estudio fue elaborado por periodos que contemplan un año, al final de la tabla se puede observar el costo del mantenimiento preventivo de los equipos con IVA incluido, que va seguir generando la contratación de este servicio.

Tabla 22. Equipos de aire acondicionado externalizados.

Equipo	Valor mantenimiento	Costo anual
Equip. Sala de cirugía (1, 2, 3)	96.170	1'154.040
Equip. Sala de cirugía (4, 5, 6)	96.170	1'154.040
Equip. 10TR UCI	96.170	1'154.040
Equip. recuperación UCI	96.170	1'154.040
Equipo unidad	96.170	1'154.040
Equip. 15TR (Urgencia)	96.170	1'154.040
Equip. 60000 BTU (farmacia)	96.170	1'154.040
Total sin iva		8'078.280
Total con iva		9'613.153

Esta decisión le ahorraría al anualmente al departamento de mantenimiento un monto de \$ 20'596.355 de pesos colombianos, además se propone eliminar los costos de repuestos de las lamparas cieliticas que se encuentran en cirugía, renovándolas por nuevos equipos, por el motivo de que los equipos ya contaron con su vida útil y generan fallas en los bombillos muy frecuentemente. La Tabla 23 muestra estos valores de los repuestos y el gasto anual que ellos generan.

Tabla 23. Costo de compra de repuestos.

Costos mantenimiento correctivo Biomédico				
Departamento	Artículo	Cantidad	costo unitario	costo total
Cirugía	BOMBILLO 150W 24V LAMPARA HEAL FORCE	13	\$14.412	\$187.356
	BOMBILLO FOTOFORO REF 02500-U	1	\$29.000	\$29.000
	BOMBILLO LAMP. CASTLE 60W 24V	10	\$66.420	\$664.200
	BOMBILLO LAMPARA 24V W50 HANAULUZ	12	\$46.410	\$556.920
	BOMBILLO MICROSCOPIO 12V 100W REF. 64627 EFP	6	\$29.129	\$174.774
	BOMBILLO ORC 175W FUENTE DE LUZ CERM	1	\$1.190.000	\$1.190.000
Total, costo bombillas Semestre				\$2.802.250
Total, costo bombillas Anual				\$5.604.500

Presentando así en la Tabla 24 el monto total que se ahorraría la clínica haciendo estas dos intervenciones.

Tabla 24. Ahorro total en contos de mantenimiento.

Concepto	Costo total
Mantenimiento preventivo, refrigeración limitada	\$ 30.209.508
Mantenimiento correctivo de bombillas Anual	\$ 5.604.500
costo total mantenimiento Actual	\$ 35.814.008

10.2 INVERSIONES.

Teniendo el valor de los costos reducidos, se propone invertir en la adecuación de las áreas del departamento de mantenimiento y la compra de los equipos que serán usados en trabajos de mantenimiento de los equipos de refrigeración que ya no están contemplados en el contrato entre la clínica y la empresa refrigeración LTDA.

Los valores de la compra de los equipos de revisión y reparación se encuentran en la Tabla 25. También se encuentran los costos de adecuación de las áreas.

Tabla 25. Inversiones en equipos y adecuación de áreas.

Concepto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Inversiones			
cemento	15	\$17.500	\$262.500
arena (1m) ^3	1	\$60.000	\$60.000
Triturado (1m) ^3	1	\$60.000	\$60.000
galones de pintura	2	\$40.000	\$80.000
señalización	5	\$15.000	\$75.000
sillas de descanso	4	\$40.000	\$160.000
mano de obra	1	\$5.000.000	\$5.000.000
Secuenciador de fases	1	\$250.000	\$250.000
Amperímetro de gancho	1	\$150.000	\$150.000
Termómetro	1	\$80.000	\$80.000
Detectores de fuga	1	\$200.000	\$200.000
Bombona autógena	1	\$500.000	\$500.000
Bomba de vacío	1	\$1.000.000	\$1.000.000
Vacuómetro	1	\$150.000	\$150.000
Cilindro de gas refrigerante	1	\$300.000	\$300.000
Inversiones diferidas			\$-
Estudios	2	\$1.000.000	\$2.000.000
Total, inversiones			\$10.327.500

Como se mencionó en el título 10.1. se sugiere la compra de cinco lámparas cielíticas para el departamento de cirugía, que cuentan con una vida útil de 40.000 horas de uso lo que representa alrededor de 10 años, la Tabla 26 puesta el valor de la inversión de estos equipos.

Tabla 26. Inversión en equipos biomédicos.

Equipo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Lámpara cielitica Mindray hyled 600/600	5	18'110.000	90'550.000
Costo total con IVA			107'754.500

También para la puesta en marcha del plan se tiene que capacitar el técnico al cual se le va encaminar los equipos de aire acondicionado, y, además el jefe de mantenimiento en gestión de manteniendo, lo que es un factor muy importante para la prevalencia del plan de mantenimiento se dispone en la Tabla 27 de los costos sugeridos para el personal del departamento, este valor será usado en la estimación de la viabilidad del proyecto, por último la Tabla 28 muestra los costos de inversiones totales de equipos y adecuaciones.

Tabla 27. Costos capacitaciones.

Capacitación	costos
Técnico de mantenimiento	\$ 1.200.000
Jefe de mantenimiento	\$ 1.200.000
Costo total	\$ 2.400.000

Tabla 28. Costo de inversiones de activos.

Inversiones Proyecto	Costo total
Total, Inversiones	\$10.327.500
Compra de lámparas	\$107.754.500
Total, inversiones del proyecto	\$118.082.000

10.3 ANÁLISIS BENEFICIOS COSTOS.

Para este análisis se establece se requiere el cálculo de la disminución total de los costos de mantenimiento disminuyendo la contratación y sumando el costo de las dos capacitaciones.

Tabla 29. Disminución total de costos.

Suma	Conceptos	Costos
+	Mantenimiento preventivo y correctivo por intervenir	\$ 35.814.008
-	Mantenimiento subcontratado y capacitaciones	\$ 12.013.153
=	Disminución en costos de manteamiento	\$ 23.800.855

El costo total de inversiones del proyecto sería de \$ 118.082.000 los cuales serán financiados por una entidad bancaria, en el caso del BBVA se manejaría una tasa de interés de 9.24% Efectiva Anual con la que podemos financiar la deuda a cuotas anuales de \$26.874.573,01 durante un período de 6 años, como lo muestra la siguiente tabla de amortización:

Tabla 30. Amortización de la inversión.

BANCO BBVA		Tasa de Interés EA		9,10%
MONTO	\$ 118.082.000,00	Numero de Anualidades		7
CUOTA	VALOR CUOTA	INTERÉS	ABONO CAPITAL	SALDO
0				-\$ 118.082.000,00
1	\$ 23.800.855,00	\$ 10.745.462,00	\$ 13.055.393,00	\$ 105.026.607,00
2	\$ 23.800.855,00	\$ 9.557.421,24	\$ 14.243.433,76	\$ 90.783.173,24
3	\$ 23.800.855,00	\$ 8.261.268,76	\$ 15.539.586,24	\$ 75.243.587,00
4	\$ 23.800.855,00	\$ 6.847.166,42	\$ 16.953.688,58	\$ 58.289.898,42
5	\$ 23.800.855,00	\$ 5.304.380,76	\$ 18.496.474,24	\$ 39.793.424,17
6	\$ 23.800.855,00	\$ 3.621.201,60	\$ 20.179.653,40	\$ 19.613.770,77
7	\$ 21.398.623,92	\$ 1.784.853,14	\$ 19.613.770,77	\$ -

Teniendo en cuenta una inflación esperada del 4% se proyecta el ahorro en los costos de mantenimiento al tiempo de vida del proyecto, además se tiene en cuenta la tasa de ganancia esperada la cual se estima en un 4,8%, la cual se hayo teniendo en cuenta el crecimiento en los ingresos como beneficio obtenido por la ejecución del proyecto.

Para calcular la utilidad esperada por la inversión se tomó el como base el valor que aumento en el periodo 2015-2016 y se le aplico la tasa de interés de ganancia de 4,8%, y respetivamente la inflación. La Tabla 31 muestra los ingresos generados para la clínica, a causa del ahorro de costos de mantenimiento, y el uso de la sala de cirugía.

Tabla 31. Ingresos de ahorro y utilidad.

AÑO	AHORRO, costo mantenimiento	Utilidad esperada por inversión	Total, Ingresos por ahorro y utilidad
0	\$ 35.814.008	\$ 25.974.196	
1	\$ 37.246.568	\$ 28.259.925	\$ 65.506.493
2	\$ 38.736.431	\$ 30.746.798	\$ 69.483.229
3	\$ 40.285.888	\$ 33.452.517	\$ 73.738.405
4	\$ 41.897.324	\$ 36.396.338	\$ 78.293.662
5	\$ 43.573.217	\$ 39.599.216	\$ 83.172.433
6	\$ 45.316.145	\$ 43.083.947	\$ 88.400.092
7	\$ 47.128.791	\$ 46.875.334	\$ 94.004.125
8	\$ 49.013.943	\$ 51.000.363	\$ 100.014.306
9	\$ 50.974.501	\$ 55.488.395	\$ 106.462.896
10	\$ 53.013.481	\$ 60.371.374	\$ 113.384.855

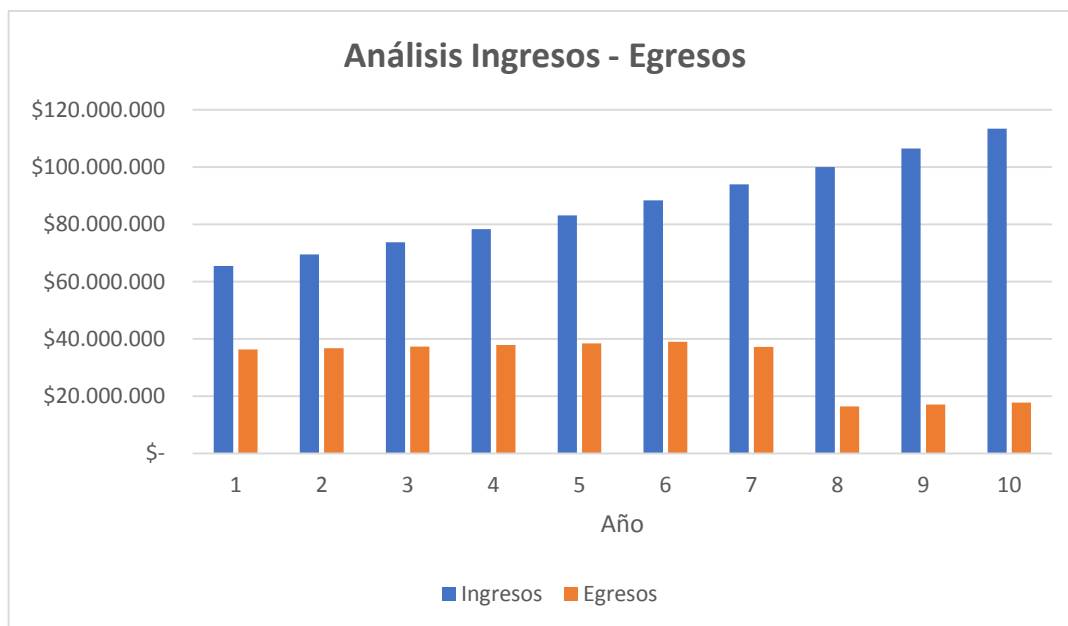
A continuación, en la siguiente Tabla 32, podemos observar el total de Egresos o costos del proyecto que corresponden a el valor de las anualidades, los costos de capacitación y subcontratación del proyecto.

Tabla 32. Total, de egresos por año.

AÑO	Inversión de pago ANUAL	Costos de Mantenimiento.	Total, Egresos por mantenimiento y deuda.
0		\$ 12.013.153	
1	\$ 23.800.855,00	\$ 12.493.679	\$ 36.294.534,12
2	\$ 23.800.855,00	\$ 12.993.426	\$ 36.794.281,28
3	\$ 23.800.855,00	\$ 13.513.163	\$ 37.314.018,34
4	\$ 23.800.855,00	\$ 14.053.690	\$ 37.854.544,87
5	\$ 23.800.855,00	\$ 14.615.837	\$ 38.416.692,46
6	\$ 23.800.855,00	\$ 15.200.471	\$ 39.001.325,96

AÑO	Inversión de pago ANUAL	Costos de Mantenimiento.	Total, Egresos por mantenimiento y deuda.
7	\$ 21.398.623,92	\$ 15.808.490	\$ 37.207.113,72
8	\$ -	\$ 16.440.829	\$ 16.440.829,39
9	\$ -	\$ 17.098.463	\$ 17.098.462,57
10	\$ -	\$ 17.782.401	\$ 17.782.401,07

Figura 35. Análisis Ingresos - Egresos



Para comprobar la viabilidad el proyecto utilizaremos VAN y la TIR, calculado el flujo de caja libre. El flujo de caja libre es igual a los Ingresos menos los Egresos, del proyecto. La Tabla 33 se prese los cálculos para la viabilidad del proyecto.

Tabla 33. Cálculos de viabilidad del proyecto.

Tiempo del proyecto		10 años	Interés deuda	9,10%
Inflación		4%	Interés de ganancia	4,80%
AÑO	Total, Ingresos por ahorro y utilidad	Total, Egresos por mantenimiento y deuda	Flujo de caja del proyecto	
0			-\$	118.082.000
1	\$ 65.506.493	\$ 36.294.534	\$	29.211.959
2	\$ 69.483.229	\$ 36.794.281	\$	32.688.948
3	\$ 73.738.405	\$ 37.314.018	\$	36.424.387

Tiempo del proyecto		10 años	Interés deuda	9,10%
Inflación		4%	Interés de ganancia	4,80%
AÑO	Total, Ingresos por ahorro y utilidad	Total, Egresos por mantenimiento y deuda	Flujo de caja del proyecto	
4	\$ 78.293.662	\$ 37.854.545	\$ 40.439.117	
5	\$ 83.172.433	\$ 38.416.692	\$ 44.755.740	
6	\$ 88.400.092	\$ 39.001.326	\$ 49.398.766	
7	\$ 94.004.125	\$ 37.207.114	\$ 56.797.012	
8	\$ 100.014.306	\$ 16.440.829	\$ 83.573.477	
9	\$ 106.462.896	\$ 17.098.463	\$ 89.364.434	
10	\$ 113.384.855	\$ 17.782.401	\$ 95.602.454	

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como Valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc).

Se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Ya que calculando el VAN de distintas inversiones vamos a conocer con cuál de ellas vamos a obtener una mayor ganancia.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (4)$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

$$VAN = -118'082.000 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{29'211.959}{(1 + 9.1\%)^n} + \frac{32'688.958}{(1 + 9.1\%)^2} \cdot \frac{44'755.740}{(1 + 9.7\%)^5} \right) \quad (5)$$

TIR: La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. Estos Valores VAN o VPN son calculados a partir del flujo de caja anual, trayendo todas las cantidades futuras -flujos negativos y positivos- al presente.

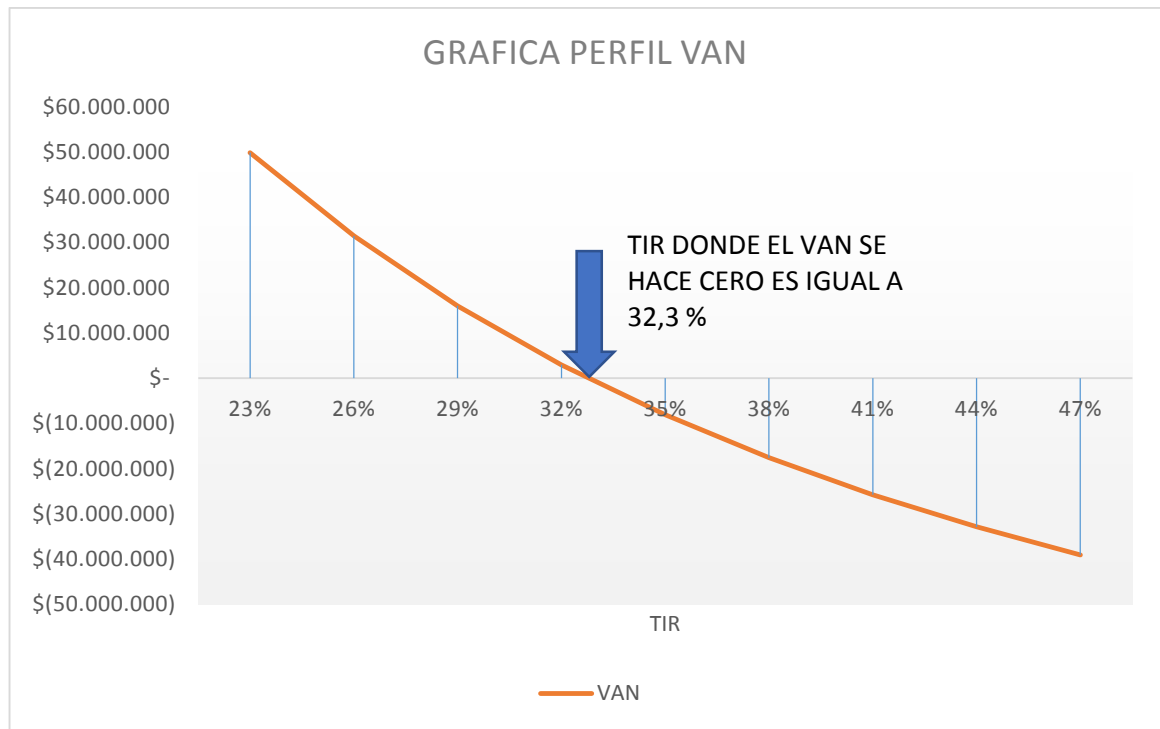
$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_F t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (6)$$

Reemplazando los valores y despejado se estima el tiempo de recuperación del proyecto está proyectado a 7 años, en ese momento se cancelará la totalidad de la deuda empleada para realizar la inversión. En la Tabla 34 se representan los resultados del análisis de costo y beneficios.

Tabla 34. Resultados de viabilidad del proyecto.

Resultado Análisis	
VAN	\$197.830.919,85
TIR	32%
Tiempo de recuperación	7 Años

Figura 36. Grafica perfil VAN



Al verificar la viabilidad del proyecto utilizando como instrumento de medición la VAN (Valor Actual Neto) y La TIR (Tasa Interna de Retorno), podemos determinar que como ambos valores son positivos, es factible realizar la inversión de las lámparas y mantenimiento propuestas que es su totalidad suman: \$118'082.000 COP

En donde obteniendo el financiamiento del proyecto nos ofrece un crédito con una tasa 9.7% E.A con el Banco BBVA, a un plazo de 7 años, es factible realizarlo ya que los beneficios obtenidos hacen posible esta inversión.

Llegando a la conclusión que es viable realizarla ya que representa una TIR de 32%, superando considerablemente las expectativas de la inversión y permitiendo que no sea necesario seguir incurriendo en los costos anuales que se vienen presentando

actualmente y dejando una vida útil de las lámparas por 3 años después de último pago.

Con la compra de las lámparas se prestará una mayor calidad de servicio en el área de cirugía ya que las actuales tienen más de 20 años de uso, además se podrá habilitar por más tiempo, logrando aumentar su capacidad, y a la vez superar obstáculos que existen actualmente que no permiten que la sala sea utilizada al máximo por fallas constantes y tiempo de inactividad por reparaciones. Esta compra traerá mayores beneficios económicos y productivos para la clínica.

11. CONCLUSIONES

Se realizó una auditoria de la gestión del mantenimiento con la finalidad de establecer las fallas en la administración y ejecución de las tareas realizadas por el departamento de mantenimiento. Como resultado se obtuvo la clasificación de las falencias en distintos bloques como: control técnico de instalaciones y equipos, sistemas informáticos, organización del taller de mantenimiento, y contratación, junto con sus respectivas causas se propuso acciones de mejora.

Los equipos industriales y biomédicos de la Clínica de urgencias Bucaramanga no tenían un respectivo análisis de criticidad; por tal razón fue necesario implementar el análisis de criticidad CTR y análisis de costos por el principio de Pareto, obteniendo porcentajes de criticidad del 25% en equipos industriales y 55% en los equipos biomédicos; el alto porcentaje de criticidad en los equipos biomédicos se debe principalmente a que estos equipos están presentes en procesos misionales de la empresa cumpliendo con la resolución 2003 de 2014 del ministerios de salud.

Se obtuvo un inventario de los equipos biomédicos y electromecánicos con la finalidad de mejorar la gestión del mantenimiento, además tener un mejor registro de estos. Practicándole a 170 equipos de diferentes tipos una codificación taxonómica significativa según la norma ISO 14224, la cual aporta información respecto a la ubicación, tipos de equipo y su respectivo número, dejando de usar el código de activo que generaba la clínica en el momento de la compra del equipo.

De acuerdo con los indicadores financieros arrojo una excelente viabilidad del proyecto, en los cuales se hallaron valores de TIR de 32% y un VAN de 197 millones de pesos colombianos, esto afirma la gran importancia al tener en el departamento de mantenimiento personal capacitado para la gestión de los recursos, trayendo así

más ingresos que los que se pueden obtener sin realizar ninguna intervención y contradiciendo las suposiciones de las directivas que en ocasiones asumen un departamento de mantenimiento como un pasivo de la empresa.

Se elaboró un plan maestro de mantenimiento preventivo para los equipos con más criticidad, teniendo un enfoque hacia la reducción de costos y fallas, para esto, fueron recopilados los manuales de servicio de las distintas máquinas. Con esta información se realizaron los respectivos protocolos, tareas y frecuencias de intervención, a 16 equipos electromecánicos y 60 equipos biomédicos, también fue reestructurada la contratación externa, exigiendo informes detallados de los trabajos realizados, con el fin de un mejor control en las labores de mantenimiento. Por último, fueron asignadas las tareas administrativas al jefe de mantenimiento, para tener una mejor implementación del plan de mantenimiento.

Con la implementación del sistema computarizado de administración de mantenimiento, la Clínica de Urgencias Bucaramanga obtuvo la estructuración de la información de mantenimiento, equipos y solicitudes de tareas. Así como la generación automática de las ordenes de trabajo según los parámetros previamente registrados en la base de datos. Sumándole a esto la facilidad de conexión con el sistema desde cualquier equipo de la institución, se obtuvo a una mejor organización del departamento de mantenimiento junto con el correcto registro de los eventos por equipo.

BIBLIOGRAFÍA

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Taxonomía de equipos ISO 14224. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2015.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco J. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. FC editorial. 2014.

GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. Calidad y productividad. 3 ed. México D.F. McGraw-Hill, 2010. 179 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos, presentación y referencias bibliográficas. Bogotá D.C.: ICONTEC. 2008. 110 p.

HURTADO, Carlos Alberto. Análisis financiero. Bogotá D.C. Fundación para la Educación superior San Mateo, 2010.

SERVICIO DE APRENDIZAJE NACIONAL. Manual de mantenimiento. Bogotá. 1991.

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. Circular Externa No. 23. marzo 13 de 1997.