

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO
EN UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS DE SALUD DE ALTA
COMPLEJIDAD

DARY LISETH MARTÍNEZ LOZANO



FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2016

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO
EN UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS DE SALUD DE ALTA
COMPLEJIDAD

DARY LISETH MARTÍNEZ LOZANO

Monografía presentada como requisito
para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: LIBARDO MARTÍNEZ PEREA
Ingeniero Mecánico
Especialista en Gerencia de Mantenimiento



FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A Dios que me dio la vida, salud, sabiduría y los medios para cumplir con mi meta.

A mis padres, quienes con su apoyo, constancia y comprensión me dieron la
fortaleza y confianza que necesitaba para continuar.

A mis hermanos y sobrinos que con su entusiasmo me animaron a culminar mi
proceso de formación.

A mi director de monografía por la confianza y acompañamiento.

A mi Universidad y sus excelentes docentes que me dieron las bases y
conocimientos.

DARY LISETH MARTÍNEZ LOZANO

TABLA DE CONTENIDO

1 MARCO CONCEPTUAL	12
1.1 INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS)	12
1.1.1 Niveles de complejidad	12
1.1.2 Organigrama de una IPS de alta complejidad	13
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.3 OBJETIVOS	16
2.3.1 Objetivo general.....	16
2.3.2 Objetivos específicos	16
3 MARCO TEÓRICO	17
3.1 MANTENIMIENTO HOSPITALARIO.....	17
3.1.1 Tipos de mantenimiento.....	17
3.1.1.1 Mantenimiento preventivo.....	18
3.1.1.2 Mantenimiento correctivo	18
3.1.1.3 Mantenimiento predictivo.....	18
3.1.2 Gestión de mantenimiento hospitalario.....	18
3.1.2.1 Seguimiento del desempeño	21
3.1.2.2 Mejora Continua.....	22
3.2 DOTACIÓN HOSPITALARIA	22
3.2.1 Equipos biomédicos.....	23
3.2.1.1 Clasificación biomédica	23
3.2.2 Equipos industriales de uso hospitalario.....	26
3.2.3 Muebles de uso asistencial.....	27
3.2.4 Equipos de comunicaciones y cómputo.....	28
3.3 MARCO LEGAL	29
3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO PARA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	31
3.4.1 Objetivos de los sistemas de información computarizados.....	32
3.4.2 Componentes de un sistema computarizado.....	32
4 DESARROLLO METODOLÓGICO	34

4.1 MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO PARA UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS DE SALUD DE ALTA COMPLEJIDAD.....	34
4.1.1 El departamento de mantenimiento.	34
4.1.1.1 Organización del departamento de mantenimiento.....	35
4.1.1.2 Capacidad técnica y operativa.....	37
4.1.2 El mantenimiento hospitalario.....	38
4.1.2.1 Inventario técnico de equipos	38
4.1.2.2 Planeación del mantenimiento.	38
4.1.2.3 Programa de mantenimiento preventivo.....	42
4.1.2.4 Programa de metrología.....	44
4.1.2.5 Indicadores de mantenimiento:	45
4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO HOSPITALARIO	47
4.2.1 Requerimientos del sistema de información.....	47
4.2.2 Lenguaje de programación y base de datos	49
4.2.2.1 Selección de lenguaje de programación.....	49
4.2.2.2 Selección de base de datos	50
4.2.3 Variables de entrada y salida.....	50
4.2.4 Módulos del sistema de información	52
4.2.4.1 Módulo de administración.....	54
4.2.4.2 Módulo de equipos	55
4.2.4.3 Módulo de inventario y almacén.....	58
4.2.4.4 Módulo de gestión de mantenimiento.....	60
4.2.4.5 Módulo de tecnovigilancia	61
4.2.4.6 Módulo de desempeño de mantenimiento.....	62
4.2.4.7 Módulo de alarmas.....	63
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo Organigrama IPS de alta complejidad	13
Figura 2 Gestión de Mantenimiento	20
Figura 3 Clasificación de la dotación hospitalaria	22
Figura 4 Monitor de signos vitales	23
Figura 5 Sterrad NX	24
Figura 6 Ultrasonido.....	25
Figura 7 Analizador de Hematología.....	25
Figura 8 Ventilador Mecánico	26
Figura 9 Planta Eléctrica	27
Figura 10 Cama eléctrica UCI.....	28
Figura 11 Servidor Web	29
Figura 12 Componentes Sistema de Información Computarizado.....	33
Figura 13 Estructura departamento de mantenimiento hospitalario.....	35
Figura 14 Información de entrada al sistema de información	51
Figura 15 Información de salida del sistema de información	52
Figura 16 Módulos Sistema de Información.....	53

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO EN UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS DE SALUD DE ALTA COMPLEJIDAD¹

AUTOR: DARY LISETH MARTÍNEZ LOZANO²

PALABRAS CLAVES: sistema de información computarizado, mantenimiento hospitalario, gestión de mantenimiento, ficha técnica, inventario.

DESCRIPCIÓN:

El departamento de mantenimiento hospitalario de una Institución Prestadora de Servicios de Salud, tiene la importante misión de garantizar que tanto la dotación (constituida por equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario, muebles de uso administrativo y asistencial, equipos y redes de comunicaciones) como la infraestructura se encuentren en óptimas condiciones para la prestación de servicios; esto se logra a partir de un modelo de gestión que estructure el departamento de mantenimiento como unidad funcional y defina las funciones a ejecutar en los planes de mantenimiento, perfiles del personal e indicadores de medición del desempeño.

La necesidad de contar con herramientas de tipo gerencial para apoyar la gestión de mantenimiento hospitalario, lleva a contemplar un sistema de información computarizado como una fuente de información y respaldo importante para la toma de decisiones efectivas por parte de todos los niveles de la organización.

Es por esto que la presente monografía se centra en el diseño conceptual de un sistema de información computarizado que permita la gestión del mantenimiento hospitalario y que contribuya con el cumplimiento de estándares de habilitación y acreditación de una Institución Prestadora de Servicios de Salud de alta complejidad.

¹ Monografía

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en gerencia de Mantenimiento. Director: Libardo Martínez Perea Ingeniero Mecánico

ABSTRACT

TITLE: CONCEPTUAL DESIGN OF A COMPUTER SYSTEM FOR INFORMATION MANAGEMENT IN A HOSPITAL MAINTENANCE FACILITY SERVICES PROVIDER COMPLEX HEALTH³

AUTHOR: DARY LISETH MARTÍNEZ LOZANO⁴

KEY WORDS: computerized information system, hospital maintenance, maintenance management, technical data, inventory.

DESCRIPTION:

The department of hospital maintenance of a service institution of Health, has the important task of ensuring that both the provision (consisting of biomedical, industrial equipment for hospital use, furniture administrative and welfare use, equipment and communications networks) as infrastructure are in optimal conditions for the provision of services; this is achieved from a management model that structures the maintenance department as a functional unit and define the functions to be executed in the maintenance plans, staff profiles and indicators of performance measurement.

The need for such management tools to support the management of hospital maintenance leads to contemplate a computerized information system as an important source of information and support for effective decision making by all levels of the organization.

That is why this paper focuses on the conceptual design of a computerized information system that allows the management of hospital maintenance and contribute to the fulfillment of standards licensing and accreditation of a lending institution Health Services of high complexity.

³ Monography

⁴ Industrial University of Santander. Faculty of physical-mechanical engineering. Mechanical Engineering School. Specializing in Maintenance Management. Director: Libardo Martinez Perea, Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

El uso de sistemas de información computarizados para la administración del mantenimiento ha permitido la optimización de los departamentos de mantenimiento y la integración de todas las etapas del proceso productivo de las organizaciones.

Una Institución Prestadora de Servicios de Salud como organización empresarial del sector salud tanto pública como privada, que aspire a ser competitiva y eficiente debe adoptar estrategias de tipo gerencial que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de los servicios ofertados; el mantenimiento hospitalario es considerado un proceso de apoyo dentro de la organización y se constituye como un factor fundamental cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad.

Debido a la gran cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento hospitalario, resulta necesario contar con un sistema computarizado que permita documentar y mantener accesible la información y a través del cual sea posible planear, programar, controlar e informar oportunamente sobre los trabajos de mantenimiento que deben realizarse, generando historiales que permitan medir el desempeño de mantenimiento y tomar acciones de mejora.

El desarrollo del presente documento proporciona el diseño conceptual de un sistema de información computarizado para la gestión del mantenimiento hospitalario, partiendo de las necesidades propias del departamento de mantenimiento de una Institución prestadora de servicios de salud de alta complejidad y la propuesta de un modelo gerencial para el mantenimiento de equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario y muebles de uso asistencial.

1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS)

Las Instituciones prestadoras de servicios son los hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios, etc. que prestan el servicio de salud. Pueden ser públicas o privadas. Para efectos de clasificación en niveles de complejidad y de atención se caracterizan según el tipo de servicios que habiliten y acreditan, es decir su capacidad instalada, tecnología y personal y según los procedimientos e intervenciones que están en capacidad de realizar. Según estudio del Ministerio de la Protección Social, de las IPS reportantes, el 84,3% corresponden al primer nivel de atención, el 13,4% al segundo nivel y el 2,3% al tercer nivel de atención según sus características.⁵

1.1.1 Niveles de complejidad

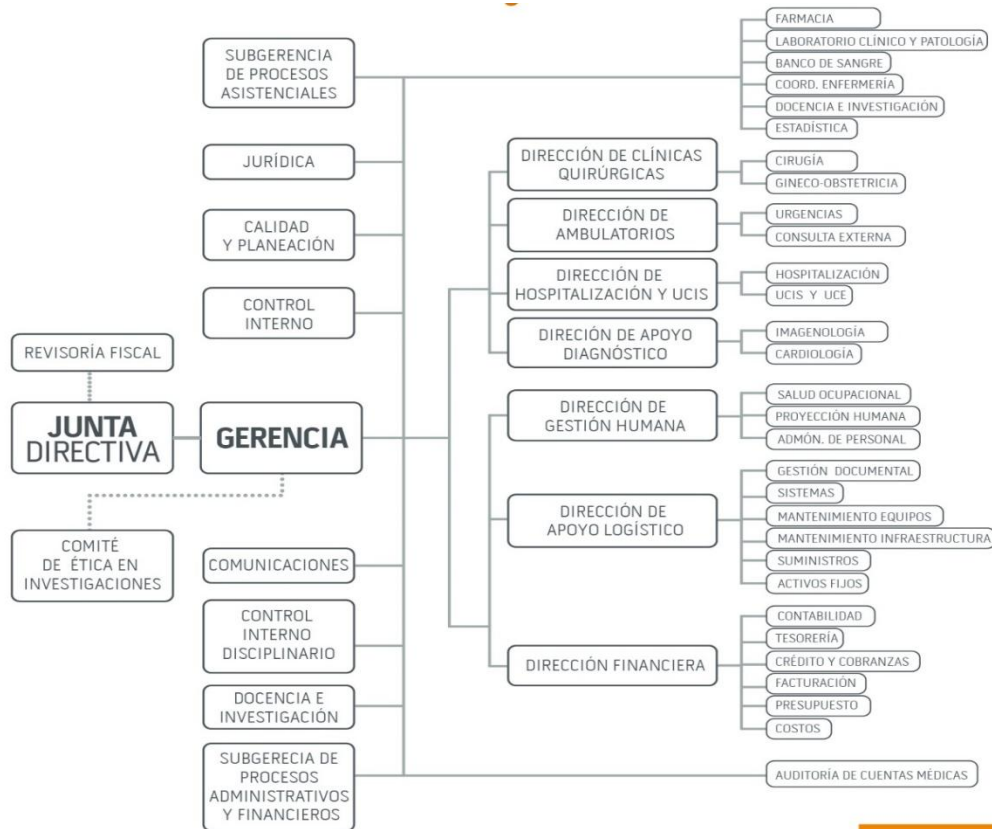
- **Baja complejidad:** Son aquellas instituciones que habilitan y acreditan en su mayoría servicios considerados de baja complejidad y se dedican a realizar intervenciones y actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, consulta médica y odontológica, internación, atención de urgencias, partos de baja complejidad y servicios de ayuda diagnóstica básicos en lo que se denomina primer nivel de atención.
- **Mediana complejidad:** Son instituciones que cuentan con atención de las especialidades básicas como lo son pediatría, cirugía general, medicina interna, ortopedia y ginecobstetricia con disponibilidad las 24 horas en internación y valoración de urgencias, además ofrecen servicios de consulta externa por especialista y laboratorios de mayor complejidad, en lo que es el segundo nivel de atención.
- **Alta complejidad:** Cuentan con servicios de alta complejidad que incluyen especialidades tales como neurocirugía, cirugía vascular, neumología,

⁵ Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud - Ministerio de la Protección Social. Bogotá D.C., noviembre 2005 [ISBN 958-97166-4-4](#).

nefrología, dermatología, etc. con atención por especialista las 24 horas, consulta, servicio de urgencias, radiología intervencionista, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal. Estas Instituciones con servicios de alta complejidad atienden el tercer nivel de atención, que incluye casos y eventos o tratamientos considerados como de alto costo en el POS.

1.1.2 Organigrama de una IPS de alta complejidad

Figura 1 Ejemplo Organigrama IPS de alta complejidad



Fuente: Guía de Calidad de Servicios de Salud

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en el ámbito de mantenimiento hospitalario y específicamente en lo que concierne a equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario se presenta fallas constantes, paradas no programadas, baja disponibilidad de equipos críticos para atención de usuarios. Aunque se cuenta con programas de mantenimiento preventivo y calibración de equipos, la eficacia de estos no es cuantificable, ya que no se realiza evaluación, análisis y valoración objetiva, periódica y sistemática de la gestión de mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo.

Las diferentes entidades tanto de orden regional como nacional que se encargan de velar por la adecuada atención de los servicios de salud exigen dentro de sus estándares contar con programas de mantenimiento preventivo y calibración de equipos médicos que garanticen no solo el adecuado funcionamiento sino que además provean seguridad al paciente y al personal operador, para lo cual el área de mantenimiento planea un programa anual que busca dar cumplimiento a la normatividad pero que en muchos casos no es eficaz como modelo de gestión integral para mantenimiento.

A nivel internacional, organizaciones como la ECRI y la JACAHO plantean estándares para la certificación en mantenimiento e inspección de equipos biomédicos, que son útiles y cuya difusión actualmente en Colombia es limitada, pero hacia la cual debe tender la gestión de mantenimiento hospitalario.

El uso de sistemas computarizados para la gestión de mantenimiento (CMMS) en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) es restringido, esto debido en muchos casos al elevado costo que tienen éstos y a las necesidades específicas de cada institución que impiden adaptarse a los CMMS existentes en el mercado. Los profesionales encargados de los departamentos de mantenimiento en las IPS realizan la programación y planeación de mantenimiento preventivo, calibración para equipos que requieren control metrológico legal, evaluaciones de

conformidad en la mayoría de los casos se realiza periódico y no mediante el uso de metodologías para la determinación de equipos críticos como mantenimiento basado en condición o productivo total; las fichas técnicas de los equipos y hojas de vida se mantienen en archivos de papel, al igual que solicitudes, órdenes de trabajo y reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que dificulta la evaluación de indicadores que determinen la mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad así como los costos de los planes de mantenimiento y la toma de decisiones a partir de su análisis.

2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A través de esta investigación se pretende diseñar un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento (CMMS) que permita la gestión del mantenimiento hospitalario que abarque todos los activos con que cuenta una institución prestadora de servicios de salud tanto en sus procesos misionales como de apoyo tales como equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario y mobiliario de uso asistencial.

Un CMMS que ofrezca información actualizada y oportuna de los activos que en él se encuentren registrados, tales como información técnica, registro técnico de instalación, registro técnico de funcionamiento, registro histórico de adquisición (valor de compra, proveedor, fecha de adquisición), registro histórico de mantenimiento (planes de mantenimiento, ordenes de trabajo ejecutadas y por ejecutar, costos de mano de obra, materiales y repuestos, personas que han intervenido el equipo, componente y repuestos asociados al mismo, notas relevantes sobre el equipo, tiempos fuera de servicio, tiempos de funcionamiento), que además permita a los operarios (personal asistencial) reportar señales de alarma, fallas recurrentes, interacción con almacén o suministros para disponibilidad de repuestos y en general toda la información útil, para gestionar el mantenimiento.

El departamento de mantenimiento de una institución prestadora de servicios de salud de cualquier nivel de complejidad se constituye en un proceso de apoyo para el cumplimiento de su objetivo misional requiere contar con herramientas de tipo gerencial que permitan la eficiente administración y gestión de los activos, en este caso un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento (CMMS) que se adapte a las necesidades específicas y políticas de la institución.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de información computarizado para la gestión integral de mantenimiento hospitalario que permita optimizar los programas de mantenimiento de equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario y mobiliario de uso asistencial en una institución prestadora de servicios de salud de alta complejidad.

2.3.2 Objetivos específicos

- Identificar la estructura del departamento de mantenimiento de mantenimiento de una institución prestadora de servicios de salud.
- Establecer un modelo de mantenimiento hospitalario como base fundamental para el planteamiento de un sistema de información.
- Establecer indicadores que permitan a través del sistema de información, la medición de la gestión de mantenimiento.
- Determinar la importancia de un sistema de información computarizado como herramienta de tipo gerencial para el mantenimiento hospitalario.
- Definir los módulos principales del sistema de información para mantenimiento aplicable a una institución prestadora de servicios de salud.

3 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentará algunos conceptos teóricos útiles para la propuesta de diseño del sistema de información computarizado para la gestión del mantenimiento hospitalario.

3.1 MANTENIMIENTO HOSPITALARIO

El mantenimiento hospitalario se define como el conjunto de actividades técnicas, organizativas y económicas destinadas a conservar o restablecer el buen estado de los edificios, equipos e instalaciones hospitalarias a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil para lograr una alta disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función, conservando el medio ambiente y la seguridad de los pacientes, personal médico y paramédico y personas circulantes en el hospital⁶.

3.1.1 Tipos de mantenimiento

⁶ De la Paz Martínez, E. [2001]. Curso de Mantenimiento Hospitalario. Diplomado en Garantía de Calidad de los servicios de Salud. Santa Clara, Cuba.

3.1.1.1 Mantenimiento preventivo: Mantenimiento que se realiza para prolongar la vida útil del dispositivo y prevenir desperfectos. El mantenimiento preventivo habitualmente se programa a intervalos definidos e incluye tareas de mantenimiento específicas como lubricación, limpieza o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan (por ejemplo, cojinetes) o que tienen una vida útil limitada (por ejemplo, tubos). Por lo general es el fabricante el que establece los procedimientos e intervalos. En casos especiales, el usuario puede modificar la frecuencia de acuerdo con las condiciones del medio local. Algunas veces se llama al mantenimiento preventivo “mantenimiento planificado” o “mantenimiento programado”.⁷

3.1.1.2 Mantenimiento correctivo: También conocido como mantenimiento reactivo, es el proceso para restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería. Cuando se realiza este tipo de mantenimientos, el proceso productivo se detiene por lo que disminuyen las cantidades de horas productivas. Estos mantenimientos no se aplican si no existe ninguna falla. Es impredecible en cuanto a sus gastos y al tiempo que tomará realizarlo.

3.1.1.3 Mantenimiento predictivo: Técnica para prever la frecuencia de avería de determinados tipos de componentes sustituibles (baterías, válvulas, bombas, sellos). El intervalo entre procedimientos de mantenimiento se fija de modo de reemplazar los componentes antes de que fallen y garantizar que el funcionamiento del equipo siga siendo fiable.

3.1.2 Gestión de mantenimiento hospitalario. La gestión de mantenimiento hospitalario implica una enorme responsabilidad, el funcionamiento eficiente

⁷ Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Introducción al mantenimiento de equipos médicos ISBN 978 92 4 350153 6. Organización Mundial de la Salud. 2012

y efectivo de cada una de las partes que lo componen, el nivel de respuesta que se espera en cada situación están cimentados en una buena gestión del mantenimiento. El personal asistencial de una institución prestadora de servicios de salud tales como médicos, técnicos y enfermeras confían en los servicios y en el equipamiento que está en sus manos.

Es muy común relacionar a una Institución Prestadora de Servicios de Salud como una identidad a donde se recurre con la finalidad de recuperar la salud, o donde se realizan acciones de reconocimiento para establecer si el cuerpo humano cuenta con un estado de salud que le permita realizar las actividades cotidianas y por lo tanto dicha relación se circunscribe al pensamiento que allí se encontrará: médicos, enfermeras, medicinas y en alguna medida equipos que facilitarán dicha labor. Sin embargo, debido al desarrollo tecnológico cada vez más creciente, a los que no se escapan los establecimientos de salud en general, es que se hace necesario conocer el valor que merece el Mantenimiento Hospitalario dentro de este contexto tanto como el sentido gerencial con que debe tratarse.

El concepto de sistema de mantenimiento, exige estandarizar los pasos y procedimientos para llevar a cabo las tareas operativas y administrativas, relacionadas con la conservación y mantenimiento de la infraestructura y los equipos de un establecimiento de salud.

El Departamento de Mantenimiento cumple funciones técnicas directamente relacionadas con el buen funcionamiento de los equipos y la conservación de los edificios, áreas exteriores, instalaciones, equipos biomédicos y mobiliario diversos que constituyen la institución. Para poseer un buen sistema de conservación o mantenimiento es necesario contar con servicios de mantenimiento adecuadamente organizados, dotados con personal idóneo y con equipos e instalaciones apropiadas, al igual que es necesario también tener en cuenta que el éxito del trabajo de mantenimiento no solo depende de la cantidad de recursos o financiamiento que se le asigne al mismo, sino que en gran medida depende de la capacidad y calidad con que se organice el servicio.

Figura 2 Gestión de Mantenimiento



Fuente: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos

- Gestión financiera. La gestión financiera de un programa de mantenimiento hospitalario se concentra principalmente en dos tareas: control de costos y gestión del presupuesto. Los costos se controlan documentando con precisión el tiempo y los gastos asociados con las tareas de mantenimiento. El presupuesto establecido es el objetivo o el punto de referencia del programa. Los costos reales se comparan con los presupuestados. Cualquier diferencia entre los datos reales y el presupuesto lleva a examinar las razones de la variación.
- Gestión de Personal. El objetivo del manejo del personal es brindar apoyo a los recursos humanos del programa de mantenimiento, para que se cumplan los objetivos. La asignación de tareas se debe realizar de acuerdo con los conocimientos del personal técnico y con el fin de promover la eficiencia. Habitualmente, al personal técnico se le asignan responsabilidades que constituyen una combinación de tareas de

inspección y mantenimiento preventivo y tareas de mantenimiento correctivo. El manejo de personal también incluye la supervisión de los proveedores externos cuando es necesario externalizar el mantenimiento.

- **Gestión Operativa.** La gestión operativa dentro del mantenimiento hospitalario implica cada una de las actividades del proceso, dentro de las que cabe destacar:
 - Establecimiento o modificación de procedimientos de inspección y mantenimiento preventivo.
 - Determinación de las frecuencias de mantenimiento.
 - Planificación del mantenimiento.
 - Determinación de prioridades de mantenimiento basados en riesgo, condición, misión, etc.
 - Registros
 - Sistemas computarizados de gestión de mantenimiento

3.1.2.1 Seguimiento del desempeño. La medición del desempeño es un elemento importante para la gestión eficaz del programa de mantenimiento. Algunos parámetros importantes para evaluar son los siguientes:

- Tasa de cumplimiento de tareas de inspección y mantenimiento preventivo
- Tasa de localización de equipos
- Productividad y eficacia del personal
- Medición del desempeño del mantenimiento correctivo

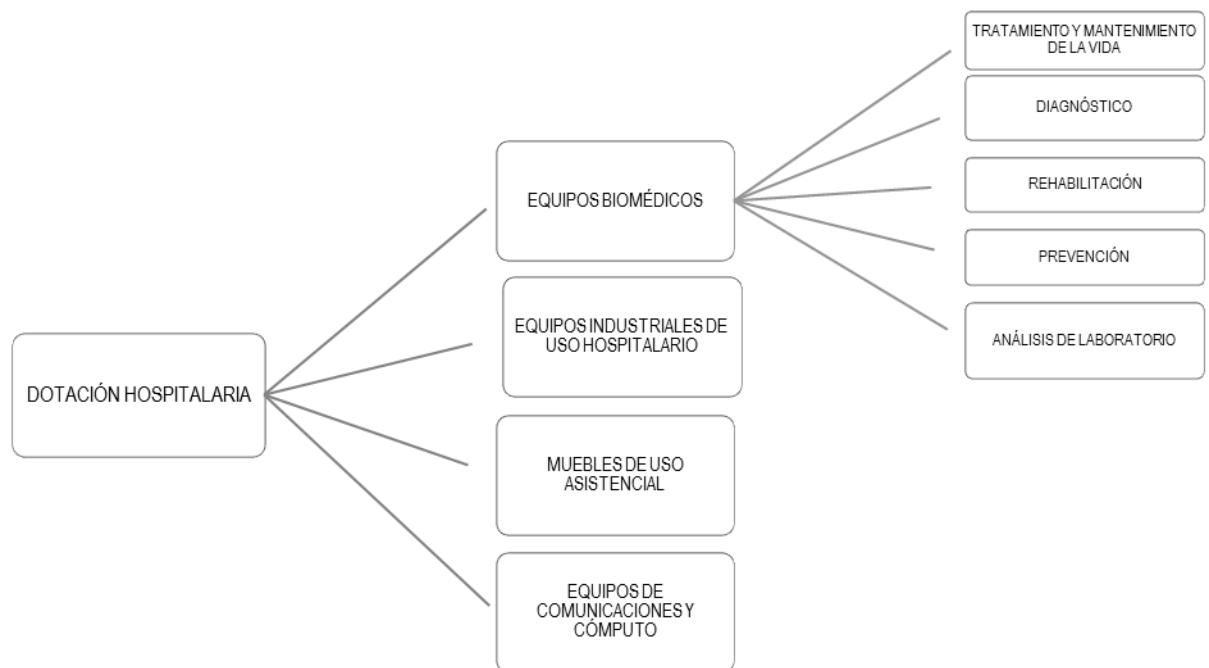
3.1.2.2 Mejora Continua. La mejora continua abarca todos los aspectos del programa y el objetivo final es mejorar la atención del paciente. Es necesario medir sistemáticamente el resultado de los cambios realizados para determinar si realmente mejoran el desempeño y la calidad. Esto se puede hacer:

- Calculando cuidadosamente los indicadores de desempeño y calidad en distintos periodos (meses o trimestres)
- Modificando la manera en que se hacen las cosas
- Continuando con las mediciones de desempeño y calidad.

3.2 DOTACIÓN HOSPITALARIA

Comprende todos los equipos destinados a su uso en los procesos asistenciales y de apoyo durante la prestación de servicios de salud:

Figura 3 Clasificación de la dotación hospitalaria



3.2.1 Equipos biomédicos. Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso.⁸

3.2.1.1 Clasificación biomédica

- Equipos de diagnóstico: Los conforman todos aquellos equipos que se utilizan para conocer el estado de salud de un paciente. Normalmente miden señales fisiológicas que se procesan en forma de señales directamente relacionadas con las manifestaciones vitales (estado de salud) de un paciente. Los datos recogidos sirven al médico para definir el tratamiento a seguir con el paciente.

Figura 4 Monitor de signos vitales



Fuente: Drägerwerk AG & Co

⁸ Decreto 4725 de 2005. Artículo 5

- Equipos de prevención: Los conforman aquellos equipos que se utilizan para evitar que se produzcan condiciones ambientales peligrosas para la salud de los pacientes, pues eliminan tales situaciones.

Figura 5 Sterrad NX



Fuente: Johnson & Johnson Company

- Equipos de rehabilitación: Son aquellos equipos que se utilizan para devolver las facultades a un paciente que las haya perdido de forma no irreversible, o que por diversas anomalías no las haya podido desarrollar, siendo viable su recuperación.

Figura 6 Ultrasonido



Fuente: Chattgroup

- Equipos de análisis de laboratorio: Son aquellos equipos que se utilizan en procesos de laboratorio clínico; pertenecen a un subgrupo de los equipos de diagnóstico, pero fueron manejados por aparte en la citada resolución, razón por la que manejan aparte de otros equipos usados para el diagnóstico.

Figura 7 Analizador de Hematología



Fuente: Mindray Medical International

- Equipos de tratamiento y mantenimiento de la vida: Lo conforman aquellos equipos que se utilizan para realizar algún procedimiento o tratamiento mediante el cual se pretende mantener controladas las condiciones vitales de un paciente, o corregir anomalías que afectan su estado de salud. Igualmente pertenecen a esta categoría los equipos que son indispensables para la realización de los procedimientos o que son utilizados para ayudar a efectuarlos.

Figura 8 Ventilador Mecánico



Fuente: Drägerwerk AG & Co

3.2.2 Equipos industriales de uso hospitalario: Comprende todos aquellos equipos que no intervienen directamente en los procesos asistenciales pero que son indispensables como apoyo para el desarrollo de las actividades en las instituciones prestadoras de servicios de salud.

Entre ellos se encuentran:

- Plantas eléctricas
- Equipos de lavandería y cocina

- Calderas
- Bombas de agua
- Equipos de refrigeración y aire acondicionado
- Equipos relacionados con servicios de apoyo hospitalario
- Equipos de seguridad

Figura 9 Planta Eléctrica



Fuente: FG Wilson

3.2.3 Muebles de uso asistencial. Comprende el mobiliario usado durante la atención del usuario en áreas asistenciales:

- Camas eléctricas y mecánicas
- Camillas de transporte y divanes
- Mesas de cirugía y partos
- Mesas de noche, auxiliares, de curación, ginecológicas
- Carros de paro y medicamentos
- Biombos
- Vitrinas
- Escalerillas
- Botiquines

Figura 10 Cama eléctrica UCI



Fuente: Los Pinos SA.

3.2.4 Equipos de comunicaciones y cómputo. Comprende los equipos usados en los procesos de telecomunicaciones y sistemas dentro de las áreas tanto administrativas como asistenciales:

- Equipos de cómputo
- Centrales telefónicas
- Equipos de radiocomunicaciones
- Equipos para el procesamiento, reproducción y transcripción de información
- Otros equipos que conforman el sistema de información hospitalaria.

Figura 11 Servidor Web



Fuente: Acer

3.3 MARCO LEGAL

Existen regulaciones y estándares de muchos tipos. Estos cubren un amplio aspecto de funciones en las instituciones dedicadas a la prestación de servicios de salud; entre los más importantes se tienen normativas de acreditación y habilitación de instituciones de salud, las cuales poseen requisitos de calidad para el mantenimiento de la planta física, el mantenimiento para la instrumentación y equipos biomédicos usados en unidades de cuidados críticos, emergencias, laboratorios, servicios de imágenes, entre otros; y la normatividad que rige el funcionamiento y seguridad de los sistemas eléctricos, los equipos médicos, la preparación de personal.

Dentro de las normas que cabe destacar y que van a ser tenidas en cuenta en el desarrollo de la investigación están las siguientes:

- Ley 100 de 1993. Ministerio de Salud y Protección Social: establece en el artículo 189 que las IPS públicas y privadas, que suscriban contratos con la

nación o con entidades territoriales que superan el 30% de sus ingresos totales deben destinar el mínimo del 5% de su presupuesto total a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y dotación hospitalaria. El artículo 186 estipula el Sistema de Acreditación y el artículo 227 el Sistema de Garantía de Calidad.

En el artículo 190 el Ministerio de Protección Social elaborará metodologías y procedimientos de evaluación técnica y económica.

- Decreto 1769 de 1994. Ministerio de Salud y Protección Social: se establecen reglamentaciones en cuanto a la inspección, vigilancia y control en la asignación y ejecución de los recursos destinados al mantenimiento hospitalario y en la elaboración y aplicación de los planes de mantenimiento hospitalario en las instituciones prestadoras de servicios de salud hospitalarios.
- Decreto 4725 del 2005. Ministerio de Salud y Protección Social: se hacen aportes importantes referentes a la calidad del servicio de mantenimiento de los dispositivos médicos y a la tecnovigilancia postmercado para poder identificar y localizar los incidentes adversos asociados al uso de los dispositivos médicos.
- Circular 029 de 1997. Superintendencia Nacional de Salud: Inspección, vigilancia y control en la asignación y ejecución de recursos destinados al mantenimiento hospitalario y en la elaboración y aplicación de los planes de mantenimiento hospitalario en las instituciones prestadoras de servicios de salud hospitalarios.
- Resolución 2003 de 2014. Ministerio de Salud y Protección Social: define los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.

3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO PARA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Un sistema de información computarizado para el mantenimiento es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa u organización. Los elementos que interactúan entre sí son: el equipo computacional, el recurso humano, los datos o información fuente, programas ejecutados por las computadoras, las telecomunicaciones y las estrategias para el desarrollo de las políticas y reglas de operación y mantenimiento dentro de una organización.

La aplicación de los procesos de mantenimiento que mediante el uso de herramientas informáticas faciliten la toma de decisiones, a través del suministro de información, sobre aspectos técnicos y económicos, planes de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla; dio origen a los sistemas computarizados para la administración de mantenimiento (SCAM).

En mantenimiento, un sistema de información más que un software es una metodología de gestión y administración de mantenimiento, que permite a las organizaciones obtener resultados en cuanto a:

- Definición de procesos óptimos
- Normalización de procedimientos
- Análisis de eventos
- Conocimiento de los costos de mantenimiento
- Obtención de indicadores de gestión

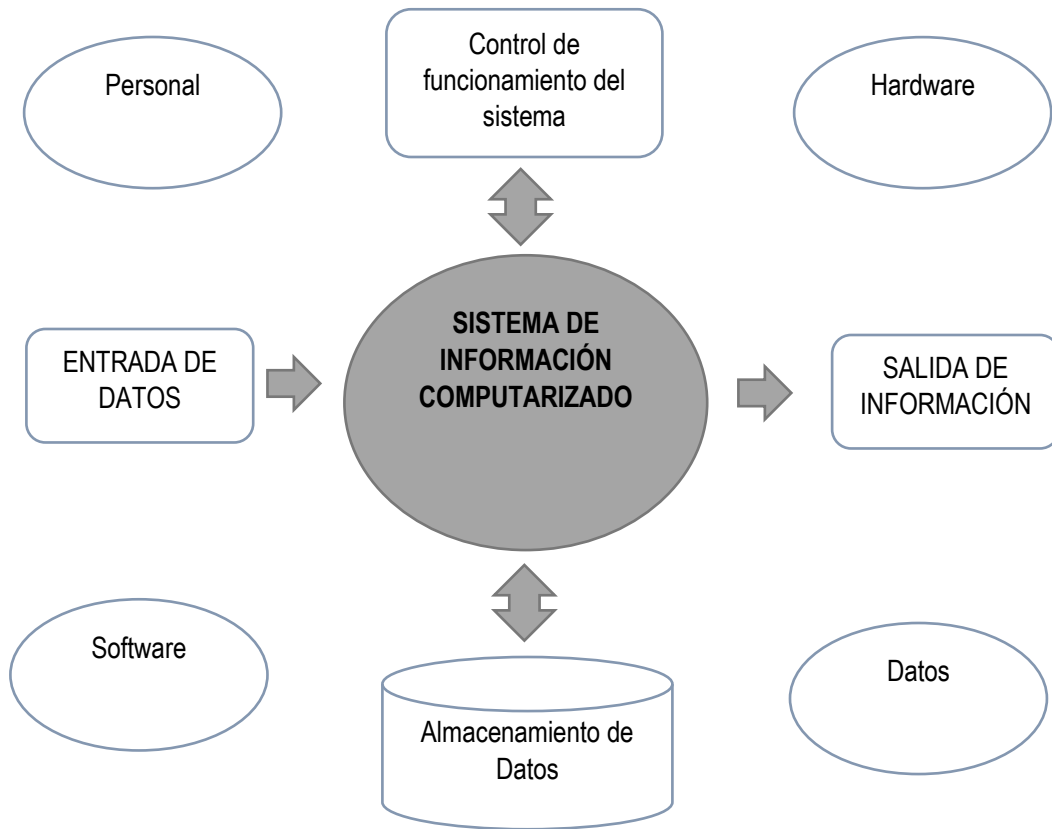
3.4.1 Objetivos de los sistemas de información computarizados. Los sistemas de información computarizados se desarrollan con diferentes propósitos, los cuales dependen de las necesidades de cada organización. Existen diferentes tipos de sistemas de información computarizados, que son básicamente un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento, tales como: los sistemas de procesamiento de datos, los sistemas de información para la administración y los sistemas de apoyo para la toma de decisiones.

Los principales objetivos de un sistema de información computarizado son:

- Mantener continuamente la empresa con sus equipos y edificios en su mejor estado, para evitar tiempos de parada que reducen la capacidad de producción.
- Promover, sugerir y proyectar mejoras en la máquina para disminuir la posibilidad de falla.
- Controlar el costo directo de mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, personal y servicios.
- Llevar a cabo una inspección organizada de la empresa, con suficientes intervalos de control para detectar oportunamente cualquier anomalía, llevando los registros adecuados de estas inspecciones.

3.4.2 Componentes de un sistema computarizado. Los sistemas de información computarizados están conformados por otros subsistemas tales como: datos de entrada, hardware, software, bases de datos, medios de almacenamiento de información, archivos y procedimientos, personal y salidas de información.

Figura 12 Componentes Sistema de Información Computarizado



4 DESARROLLO METODOLÓGICO

Para el logro del objetivo propuesto, en este capítulo se plantea un modelo de gestión de mantenimiento hospitalario identificando inicialmente la estructura del departamento de mantenimiento en una Institución Prestadora de Servicios de Salud de Alta complejidad, la identificación de equipos críticos, planes de mantenimiento preventivo y calibración para posteriormente proponer el diseño del sistema de información para soportar la gestión de mantenimiento hospitalario partiendo de los requerimientos del sistema de información, el diseño de la estructura y arquitectura de la información y los formularios para el manejo de la misma; haciendo énfasis en la organización del sistema con el contenido de cada módulo y las diferentes aplicaciones e informes.

4.1 MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO PARA UNA INSTITUCIÓN PRESTADORA DE SERVICIOS DE SALUD DE ALTA COMPLEJIDAD

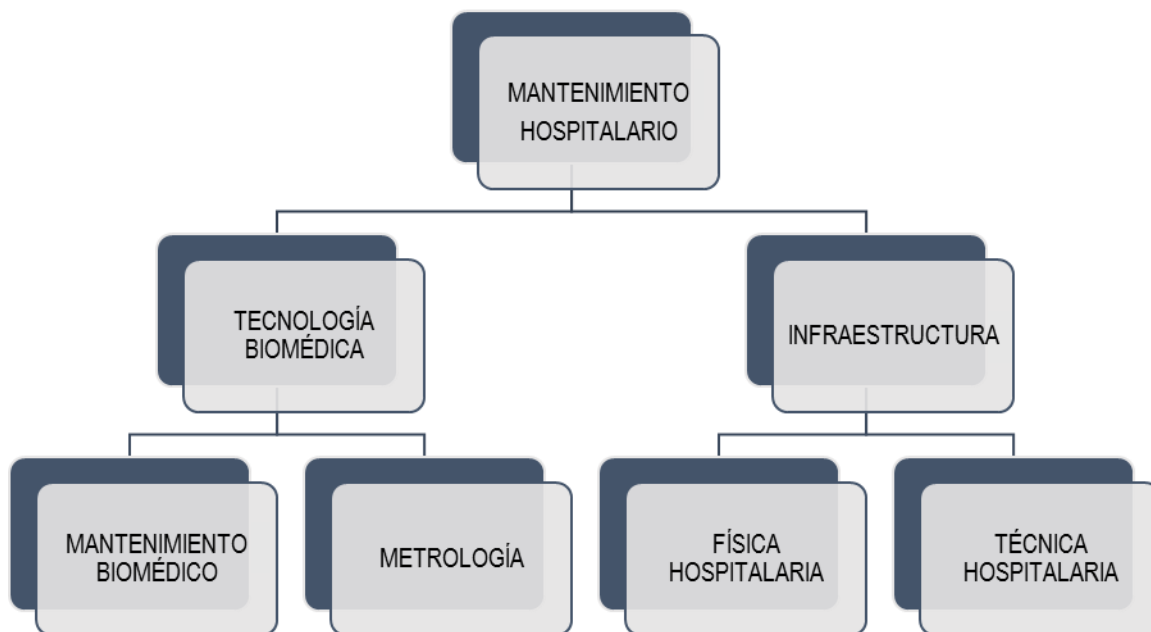
Previo a la implementación de un Sistema de Información computarizado de gestión Mantenimiento en una Institución Prestadora de Servicios de Salud de Alta complejidad se debe contar con un modelo de gestión de mantenimiento hospitalario que permita estructurar el departamento de mantenimiento como unidad funcional y definir las funciones a ejecutar en los planes de mantenimiento, perfiles del personal e indicadores de medición del desempeño.

4.1.1 El departamento de mantenimiento. El departamento de mantenimiento como su nombre lo indica es un organismo técnico y de ingeniería que funciona como parte integral de la Institución Prestadora de Servicios de Salud y proporciona una amplia variedad de servicios que van desde los requerimientos arquitectónicos y funcionales de los servicios técnicos de

apoyo que hacen que se pueda cumplir con los requisitos y normas en servicios públicos, redes, aire acondicionado, electricidad y energía, gases medicinales, comunicaciones de voz y datos; hasta la gestión de la tecnología biomédica.

4.1.1.1 Organización del departamento de mantenimiento. Bajo las consideraciones anteriores, se debe establecer un modelo de organización del departamento de mantenimiento de la Institución Prestadora de Servicios de Salud que permita una eficiente gestión, organización y evolución según se dan cambios en la tecnología y en los servicios de salud.

Figura 13 Estructura departamento de mantenimiento hospitalario



- **Mantenimiento biomédico:** Es aquella que atiende todos los equipos biomédicos que estén en la Institución sean propios, en comodato o en arriendo. Esta sección tiene responsabilidades definidas en mantenimiento, gestión, evaluación y seguimiento de contratos en cada área.

- Metrología: Es la que se encarga de todos los requerimientos de calibración, validación, verificación y revisión de los procesos de calidad. Desde el punto de vista de la seguridad para el paciente, esta sección responde por la calidad de la funcionalidad y cumplimiento de los parámetros de los equipos biomédicos y de apoyo.
- Infraestructura física hospitalaria: Vela por los trabajos de infraestructura en obras civiles, reformas, mantenimiento de la planta física, señalización, traslados y reubicación de muebles, mantenimiento de redes eléctricas, redes de voz y datos, sistema de seguridad con el circuito cerrado de televisión (CCTV), detectores de humo y control de acceso, manejo y gestión de terceros, auditorías de calidad de terceros, contratistas, y terceros que tienen sus instalaciones en la Institución.
- Infraestructura técnica hospitalaria: La infraestructura técnica es la que corresponde al manejo de los servicios técnicos electromecánicos, como son: generación y distribución de vapor, redes de gases medicinales, subestaciones eléctricas, aire acondicionado y sus redes, refrigeración (cadena de frío), redes de abastecimiento y almacenamiento de agua fría y caliente, sistema de bombeo de agua y sistema de red a presión contra incendio.

Con esta organización, cubrimos en el departamento todos los campos técnicos de la IC y hospitalaria con una sola directriz y con un solo foco, donde se trabaja en equipo, porque en el proceso de calidad ISO sólo hay un proceso de mantenimiento: atender y contribuir a ser un hospital de alta complejidad con niveles de atención de tercer y cuarto nivel, con procesos de calidad y seguridad para el paciente.

Cada área gestiona y ejecuta lo que le corresponde con un objetivo claro, contribuir cada uno dentro de su capacidad al bienestar, seguridad y atención del paciente, acompañante y personal de la institución.

4.1.1.2 Capacidad técnica y operativa. El departamento de mantenimiento en cada uno de las áreas previamente definidas debe contar con disponibilidad de capacidad técnica y operativa para efectuar cada una de las funciones asignadas tanto de mantenimiento preventivo como correctivo y aquellas bajo criterio de emergencia para corrección de fallas casi inmediatamente se presenten.

En términos generales el contar con personal profesional y técnico, herramientas y equipos, además del área física con secciones específicas; es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Contar con la capacidad para prestar servicio tanto a los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos; aunque es cierto para el caso de equipos biomédicos que la mayoría de fallas reportadas son de naturaleza electrónica; muchos de ellos también involucran otros subsistemas por mencionar algunos ejemplos las máquinas de anestesia y ventiladores mecánicos (subsistema neumático).
- Disponer en talleres de equipos de medición y herramientas en cantidad suficiente y con las características adecuadas para la realización de los diferentes tipos de trabajo, de acuerdo a la especialidad.
- Contar con suficiente literatura técnica suministrada por los fabricantes, ésta información resulta ser esencial para una exitosa y rápida reparación de los equipos. Los manuales de operación y mantenimiento deben mantenerse donde puedan ser fácilmente consultados y utilizados por el personal de mantenimiento.
- La cantidad de personal de mantenimiento tanto administrativo como técnico es clave para el cumplimiento de todas las actividades de

mantenimiento; es por esto que debe llevarse a cabo una definición de perfiles para cada una de las áreas del departamento al igual que debe tenerse en cuenta de acuerdo a la complejidad de los equipos la contratación de compañías especializadas y la gestión de dichos contratos.

4.1.2 El mantenimiento hospitalario

4.1.2.1 Inventario técnico de equipos. Para una eficiente gestión de mantenimiento, se debe contar con un consolidado detallado de equipos con que cuenta la institución, a través de un inventario técnico cuyos objetivos principales son:

- Contar con un registro descriptivo permanente sobre el cual se basa la planeación, programación, adquisición de partes y repuestos y otras acciones operativas.
- Conocer la cantidad, tipo y localización de los equipos con que cuenta la institución
- Establecer sus características, el estado actual de funcionamiento
- Implementar planes de mantenimiento de acuerdo a las condiciones en que se encuentran los equipos.
- Establecer los requerimientos de personal técnico, el tipo y complejidad de las instalaciones físicas de apoyo y la necesidad de materiales y repuestos.

4.1.2.2 Planeación del mantenimiento. Dentro de las funciones principales del departamento de mantenimiento y que se constituyen como el punto de partida para una eficiente planeación están:

- Realización de inspección y pruebas de aceptación de nuevos equipos.

- Ejecución de trabajos de reparación de equipos que presenten deterioro en su funcionamiento.
 - Aplicación de programas de mantenimiento programado a sus diferentes niveles.
 - Realización de programas de educación en el campo a personal médico, paramédico y auxiliar sobre aspectos relacionados con el uso y cuidado primario de los equipos.
 - Establecimiento de programas de tecnovigilancia para protección y seguridad tanto del paciente como del personal operador, relacionados con el uso de equipos considerados dispositivos médicos.
 - Interacción con programas institucionales de seguridad y salud en el trabajo para personal operador de equipos tanto biomédicos como industriales de uso hospitalario.
- Niveles de mantenimiento. Para poder distinguir el mantenimiento a realizar a cada equipo, es pertinente dividirlo en niveles de mantenimientos, esto proporciona al personal técnico y a la gerencia de operaciones (planificador) una visión más clara y sencilla del mantenimiento al cual fue sometido el mismo. Este registro debe quedar plenamente identificado en la Orden de Trabajo que se genera al momento de aplicar un mantenimiento en particular.

A continuación, se desglosan los niveles de mantenimiento:

- Primer Nivel: Corresponde a actividades que se realizan sobre los equipos en su ubicación productiva. Las operaciones de mantenimiento de primer nivel suelen ser intervenciones sencillas de bajo nivel de experticia. Consiste en ajustes sencillos previstos por el fabricante y reparaciones sencillas que requieren en algunos casos herramientas menores, tales como:
 - Lubricación.
 - Restitución de los componentes de seguridad.

- Limpieza del equipo.
- Ajuste de cables.
- Inspección general del equipo.

El mismo se aplicará todos los días y quedará registrado en las hojas de rutinas diarias (Rutinas Diarias de Inspección de Equipos del Área Quirúrgica y Sala de Parto, Rutinas Diarias de Inspección de mantenimiento biomédico por servicios).

- Segundo Nivel: El mantenimiento de segundo nivel corresponde trabajos de mantenimiento preventivo en sitio realizados por personal de mantenimiento de la institución o especializados de compañías contratadas. Sustitución preventiva de elementos simples directamente accesibles, tales como:
 - Cambio de correas.
 - Cambio de cables.
 - Cambio o limpieza de filtros.
 - Corrección de desajuste mecánico.
 - Revisiones de calibración.
 - Sustitución de módulos de acceso directo.
 - Detección instrumental de fallas potenciales.

Al igual que el anterior genera reporte de acuerdo a protocolos o procedimientos establecidos por equipo.

- Tercer Nivel: El mantenimiento de tercer nivel corresponde operaciones de mantenimiento correctivo, ejecutadas sobre el equipo en su ubicación productiva, realizados por el personal departamento de mantenimiento o especializados de compañías contratadas. Los trabajos pueden ser sencillos o complejos dependiendo del tipo de equipo. Requiere una identificación y diagnóstico de averías y reparación por cambio de componentes de sustitución directa, tales como:

- Sustitución de componentes fallados.
 - Corrección de desajustes mecánicos o eléctricos.
-
- Cuarto Nivel: El mantenimiento de cuarto nivel corresponde a trabajos a ser realizados en taller sobre equipos retirados de servicio en operaciones de mantenimiento de tercer nivel. Incluye trabajos mayores de mantenimiento preventivo o correctivo realizados por el personal departamento de mantenimiento en talleres de la institución o fuera en talleres especializados de compañías contratadas, tales como:
 - Reparación por cambio de componentes mayores inaccesibles en forma directa.
 - Reparaciones que no se realizan en el país.
-
- Quinto Nivel: Trabajos de renovación (Overhaul), o reconstrucción de componentes mayores de un equipo:
 - Sustitución o reparación de motores.
 - Sustitución o reparación sistemas mecánicos.
 - Trabajos de pintura General.
 - Modernización de componentes.

4.1.2.3 Programa de mantenimiento preventivo. Ya se han descrito en secciones anteriores las ventajas que ofrece el mantenimiento en una institución prestadora de servicios de salud en cuando a la disponibilidad de los equipos, la seguridad en el uso, reducciones en costos de reparaciones, detección temprana de fallas, etc. Determinar las frecuencias óptimas de mantenimiento en equipos del entorno hospitalario tanto biomédicos como industriales depende de muchos factores los más importantes las recomendaciones dadas por el fabricante y la aplicación de la normativa regulatoria para habilitación y acreditación de servicios de salud; aunque se debe avanzar a la aplicación de metodologías de mantenimiento de amplio uso en la industria que hagan más eficientes los programas de mantenimiento y que soporten la realidad de la periodicidad óptima de intervenciones para cada equipo.

En el ámbito hospitalario se requiere contar con programación de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos; generalmente se realiza teniendo en cuenta las áreas asistenciales en las cuales se encuentran ubicados, esto con el fin de intervenir todos los equipos en una sola jornada y evitar tiempos muertos extensos que perjudiquen la prestación de los servicios. Así por ejemplo se programa el mantenimiento de un cubículo de la Unidad de Cuidados Intensivos que cuenta con equipos de monitoreo de signos vitales, ventilador mecánico, cama hospitalaria eléctrica, bombas de infusión, aspirador de secreciones de tal manera que una vez concluye el mantenimiento y cumplidos los protocolos de limpieza y desinfección y calibración y/o verificación metrológica en caso de requerirse pueda habilitarse completamente el uso del cubículo.

El aspecto más importante en el mantenimiento preventivo lo constituye el contar con procedimiento o protocolos definidos que son requeridos para guiar al personal técnico y de ingeniería al efectuar las actividades de mantenimiento preventivo.

Para cumplir con su objetivo los procedimientos o protocolos deben ser bien planificados, es decir no deben contener simplemente instrucciones generales que listen los parámetros a ser inspeccionados o probados o por el contrario excesivamente extensos y detallados ya que resultan en demasiada carga para el personal técnico que hacen que pierda interés en seguir el instructivo y se decida a proceder con metodología propia.

Un procedimiento o protocolo debe contener las siguientes secciones:

1. Introducción: contiene una breve descripción del equipo y sus aplicaciones de uso médico o de apoyo según el caso. Además de las instrucciones para operación y aplicación.
2. Equipo de prueba requerido: lista que ayuda al ingeniero o técnico que lo va a intervenir a escoger el equipo de prueba apropiado.
3. Accesorios: propios del equipo, puntas de prueba o dispositivos técnicos especiales
4. Procedimientos de inspección: visual, ajuste, limpieza y lubricación.
5. Pruebas operacionales: proporcionan instrumentación y requerimientos de prueba y comprobación de sus condiciones físico-funcionales.
6. Prueba de seguridad eléctrica: mediciones de continuidad, detección de corrientes de fuga, estado de los componentes y sus conexiones, entre otras.
7. Inspección final y certificación: una vez concluidas todas las pruebas, se realiza una inspección final sobre el equipo y se etiqueta con la fecha de realización del procedimiento.
8. Limpieza y desinfección: aplica para equipos que por su uso clínico están en contacto con paciente.

Los programas de mantenimiento deben incluir todos los datos de identificación del equipo, su ubicación, procedimiento establecido y fechas.

4.1.2.4 Programa de metrología. Como se definió en la organización funcional del departamento de mantenimiento para la tecnología biomédica aplica la ejecución de programas de metrología que permita especificar los tiempos en los cuales se realizarán los procedimientos de para los diferentes equipos, generalmente en meses, los instrumentos que serán utilizados y los diferentes criterios bajo los cuales se establecerán las respectivas mediciones. Algunos de los criterios que permiten determinar los tiempos de calibración y/o verificación metrológica para los equipos son los siguientes:

- Recomendación de la norma.
- Recomendaciones del fabricante con respecto a su tecnología.
- Frecuencia de utilización.
- Estabilidad de variaciones que pueda sufrir el equipo instrumentos por el ambiente de trabajo.
- Especificaciones del equipo o instrumento.
- Condiciones de operación.
- Seguimiento estadístico de las desviaciones presentadas por el dispositivo entre controles

- Calibración: Definida como un conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición, valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los valores correspondientes a las magnitudes establecidas por los patrones.⁹

Es así como el programa de calibración se establece para equipos tales como balanzas pesa personas, esfignomanómetros, termómetros, termohigrómetros. Las frecuencias y protocolos se establecen con estándares y quien lo realice debe certificar cumplimiento de norma ISO/IEC 17025:2005 por lo que generalmente es un servicio subcontratado en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.

⁹ Marbán & Pellecer C, 2002

- Verificación metrológica: Proceso de comprobación o verificación que permite asegurar que entre los valores indicados por un aparato o un sistema de medición y los valores conocidos correspondientes a una magnitud medida, los desvíos sean inferiores a los errores máximos tolerados. Llevar a cabo verificación metrológica requiere la elaboración de procedimientos y además contar con los equipos de simulación y medición adecuados para cada tipo de equipo. Así, por ejemplo, la verificación metrológica de un electrocardiógrafo requiere de un equipo simulador de frecuencia cardíaca.

4.1.2.5 Indicadores de mantenimiento. Existen gran número de indicadores y formulación de los mismos, a partir de los cuales es posible evaluar la gestión del mantenimiento. Para el departamento de mantenimiento de una Institución Prestadora de Servicios de Salud están los siguientes:

- Mantenimiento programado: Porcentaje (%) Cumplimiento de actividades programadas de mantenimiento preventivo

$$MP = (AMPR / AMPP) * 100$$

AMPR= Actividades de mantenimiento preventivo realizadas

AMPP= Actividades de mantenimiento preventivo programadas

- Mantenimiento correctivo: Porcentaje (%) del cumplimiento de las ordenes de servicio o del mantenimiento correctivo

$$MC = (NOSR / TOSG) * 100$$

NOSR= Número de Órdenes de Servicio Resueltas en el periodo de tiempo

TOSG= Total de Órdenes de Servicio Generadas en el periodo de tiempo

- Mantenimiento correctivo resolutivo: Porcentaje (%) de órdenes de servicio de mantenimiento correctivo resueltas en 5 días hábiles o menos

$$RMC = (NOSR5D / TOSG) * 100$$

NOSR5D= Número de Ordenes de Servicio Resueltas en 5 días o menos.

TOSG= Total de Ordenes de Servicio Generadas en el periodo de tiempo

- Disponibilidad de los equipos: Porcentaje (%) de horas de parada de los equipos que al fallar generan paro en el servicio por periodo de tiempo

$$DEB = 100 - (THPEB / THDEB) * 100$$

THPEB = Total de horas de parada de los equipos que al fallar generan paro en el servicio en el periodo de tiempo

THDEB = Total de horas disponibles de los equipos en el periodo de tiempo incluyendo las horas de parada

- Cumplimiento del plan de capacitación: Porcentaje (%) cumplimiento del plan de capacitación

$$(APCR / APCP) * 100$$

APCR= Actividades del plan de capacitación realizadas

APCP= Actividades del plan de capacitación programadas

- Gestión de errores de uso: Porcentaje (%) del cumplimiento de las ordenes de servicio de mantenimiento correctivo relacionadas con errores de uso
(NOSEU / TOSG)*100.

NOSEU= Numero de Órdenes de Servicio resueltas relacionados con errores de uso en el periodo de tiempo

TOSG= Total de Órdenes de Servicio Generadas en el periodo de tiempo

- Eficacia financiera del programa: Relación del costo anual del programa de mantenimiento con el costo del inventario de equipos
 $(CAPMEB / CIIEB) * 100$
 CAPMEB = Costo anual del programa de mantenimiento de equipos
 CIIEB = Costo inicial del inventario de equipos

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO HOSPITALARIO

Concebido como una herramienta de tipo gerencial, en esta sección se plantea el diseño del sistema de información para mantenimiento hospitalario, partiendo de los requerimientos generales del sistema, definición de las variables de entrada y salida, y el desarrollo conceptual de cada uno de los módulos con que va a contar; todo esto con el objetivo de servir de apoyo para los diferentes procesos de administración y planificación del mantenimiento de los equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario y muebles de uso asistencial, además de proveer herramientas eficientes para toma de decisiones.

4.2.1 Requerimientos del sistema de información. Para garantizar una gestión de mantenimiento hospitalario eficaz, un sistema de información computarizado debe permitir:

- Inventariar todos los dispositivos en un establecimiento y agregar fácilmente información referente a un equipo, o modificar la que existe.
- Almacenar procedimientos de mantenimiento preventivo e información relacionada.
- Programar procedimientos de mantenimiento preventivo, calibración y/o verificación metrológica; cambiar la planificación de los procedimientos

- Generar formularios de mantenimiento preventivo individuales con el procedimiento apropiado, los últimos servicios realizados (como referencia) y el tiempo/la fecha en que se prevé completar el procedimiento.
- Registrar y almacenar los resultados de los procedimientos de mantenimiento preventivo, calibración y/o verificación metrológica de modo que el registro incluya las pruebas que superadas y las que fallaron, una descripción de las tareas realizadas y la lista de repuestos utilizados.
- Registrar los incidentes de Mantenimiento Correctivo, incluyendo el problema con el equipo, el tiempo de reparación, descripción de las tareas realizadas y la lista de repuestos utilizados.
- Generar reportes periódicos del programa de tecnovigilancia.
- Generar informes que se puedan usar para planificar los programas de capacitación de usuarios basándolos en los datos de frecuencia de averías de los equipos en ciertos departamentos.
- Generar informes para ayudar en el control y la mejora de la productividad, la eficacia y el desempeño de la tecnología.
- Estandarizar y armonizar la información incluida en un programa de gestión de mantenimiento hospitalario.

4.2.2 Lenguaje de programación y base de datos. Para el desarrollo de sistemas en la actualidad se recomienda la arquitectura cliente – servidor que son las aplicaciones basadas en ambiente web.

Las aplicaciones web tienen la ventaja de ser multiplataforma, las actualizaciones al software se hacen de manera centralizada manteniendo a todos los clientes la última versión del software. Son aplicaciones de fácil acceso si se cuenta con una conexión a internet. Los requerimientos de memoria y capacidad de disco son mínimas comparadas con una aplicación de escritorio, además que pueden soportar múltiples usuarios conectados de manera concurrente.

Para los sistemas desarrollados en ambiente web, es recomendable usar los últimos estándares en desarrollo que son:

- HTML5
- CSS3 y Flexbox
- JavaScript con el Framework JQuery.

Garantizando así el uso en cualquier plataforma y un diseño adaptable a cualquier dispositivo.

4.2.2.1 Selección de lenguaje de programación. Lenguajes de programación web actualmente existen muchos, y saber elegir cual depende de la necesidad, alcance y presupuesto que se tenga para el sistema de información.

Entre los lenguajes más comunes existen:

- PHP (Libre)
- ASP.NET (Windows)
- JAVA (Oracle)

Cada uno de estos lenguajes cumplen a cabalidad la arquitectura cliente – servidor que demanda el desarrollo de la aplicación software, sin embargo, tanto

ASP.NET y Java tienen un costo mayor tanto para el desarrollo y la puesta en marcha del mismo software. (Los costos de servidores que soportan ASP:NET de Windows y Java de Oracle tienen un costo más elevado por tema de licenciamiento que las aplicaciones desarrolladas en PHP).

Por motivo de costes se recomienda PHP, como lenguaje de programación con el uso de un FrameWork ya sea Symfony o Laravel en sus últimas versiones, siendo estos frameworks los más usados por desarrolladores de la comunidad PHP.

4.2.2.2 Selección de base de datos. La arquitectura de base de datos más usada a nivel mundial es la de base de datos relacionales, que basan su arquitectura en tablas y relaciones para el almacenamiento de los datos.

Existen varios motores de base datos relacionales, entre los más usados tenemos:

- MariaDB (Libre)
- SQL SERVER (Microsoft)
- ORACLE (Oracle)
- MySQL (Oracle)

Por unicidad y costos se recomienda usar el lenguaje de programación y motor de base de datos de la misma compañía ejemplo: Si se decide desarrollar usando el lenguaje ASP.NET se recomienda usar como base de datos SQL SERVER, aunque no es obligatorio por motivos de arquitectura de software es recomendable.

Así se recomienda usar como motor de base de datos MariaDB para el desarrollo de este Sistema de información.

4.2.3 Variables de entrada y salida. De la adecuada selección de las variables de entrada y salida del sistema de información depende en gran medida que éste cumpla con los objetivos para los cuales se pretende implementar.

Las variables de entrada son los datos que ingresan al sistema y alimentan la base de datos, éstas son fundamentales para que el programa funcione, mientras las variables de salida son los datos arrojados en los reportes, información disponible en la base de datos y alarmas de acuerdo a la programación de actividades preventivas, permitiendo la medición y valoración de los diferentes indicadores de gestión del mantenimiento.

Figura 14 Información de entrada al sistema de información

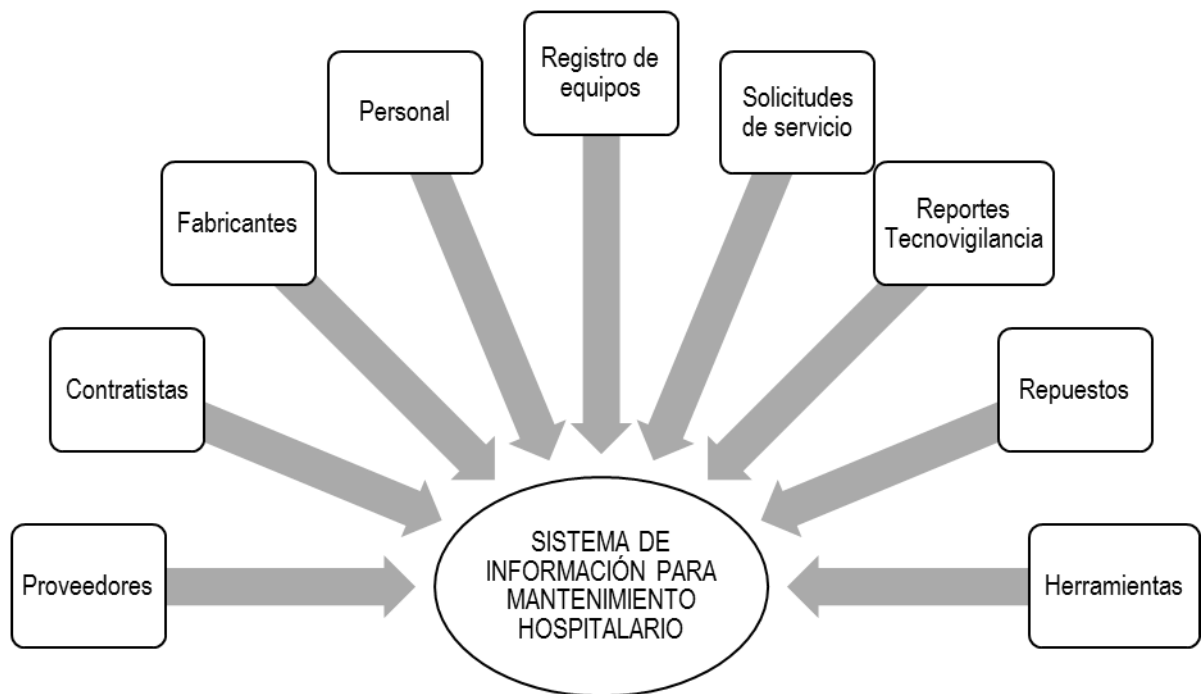


Figura 15 Información de salida del sistema de información



4.2.4 Módulos del sistema de información. El sistema de información de gestión de mantenimiento hospitalario en una institución prestadora de servicios de salud de alta complejidad debe tener los siguientes módulos:

Figura 16 Módulos Sistema de Información



4.2.4.1 Módulo de administración. En este módulo se puede realizar la respectiva administración de los diferentes actores involucrados en el manejo de la información del sistema como lo son usuarios, personal de mantenimiento y proveedores.

- Submódulo de usuarios. Permite la administración de usuarios y el rol de cada uno, es decir los permisos para acceder al sistema de información que cada uno puede tener. Por servicio de la Institución Prestadora de Servicios de Salud se contará con usuario que le permita acceder para registrar solicitudes de servicio, reportes de tecnovigilancia, consultar planes de mantenimiento y metrología, hojas de vida de equipos y apoyo técnico.

- Submódulo de personal de mantenimiento. A través de este se va a almacenar y gestionar la información relacionada con el personal del departamento de mantenimiento, incluyendo sus datos generales, perfil laboral y fotografía.
 - Datos generales:
 - Identificación
 - Nombre completo
 - Dirección
 - Teléfonos fijo y móvil

 - Perfil Laboral:
 - Función o cargo que desempeña
 - Tipo de vinculación
 - Nivel educativo
 - Experiencia laboral
 - Salario

- Valor hora

- Submódulo de proveedores. Dispone de la información de los proveedores de servicios (contratos de mantenimiento), repuestos y fabricantes de equipos. La gestión de contratos se utiliza para realizar el seguimiento de todos los servicios de mantenimiento prestados por compañías externas. Los principales factores que hay que controlar son el costo y el desempeño, tanto de los proveedores como de los equipos. Si el equipo está amparado por un contrato, ya sea de garantía, de servicio completo o de servicio de asistencia parcial, el proveedor está obligado a prestar asistencia técnica al equipo durante un período acordado. El sistema de información puede generar automáticamente alertas dirigidas al proveedor de un equipo del que se haya registrado en el sistema una avería o que cuya inspección y mantenimiento preventivo estén programados. Las condiciones de todos los contratos y los costos relacionados deben almacenarse en el sistema a efectos de referencia. A futuro es conveniente conectar el sistema de información de mantenimiento con el sistema informático del departamento de contabilidad. De ese modo, todos los pagos efectuados a proveedores externos podrán aprobarse de forma electrónica a través del sistema informático financiero principal de la institución.

4.2.4.2 Módulo de equipos. Este módulo es uno de los más importantes del sistema de información, pues en él se almacena y registra todos los equipos tanto biomédicos, industriales de uso hospitalario y muebles de uso asistencial sobre los cuales se realizan las actividades de mantenimiento.

- Submódulo de administración de equipos. Está compuesto por aquellos registros o formularios en los cuales es posible agregar, modificar, guardar y buscar la información relacionada con los equipos, tales como:

- Datos de Identificación
 - Nombre del equipo
 - Marca
 - Modelo
 - Número de serie
 - Numero de inventario
 - Código ECRI
 - Registro sanitario/Permiso de Comercialización
 - Clasificación biomédica
 - Clasificación por riesgo
-
- Datos generales de registro:
 - Fabricante (asociado al submódulo de proveedores)
 - Proveedor (asociado al submódulo de proveedores)
 - Representante de la marca en el país (titular del registro sanitario o permiso de comercialización)
 - Fecha de adquisición
 - Fecha de instalación
 - Vida útil
 - Tiempo de garantía
 - Valor de adquisición
-
- Datos de ubicación:
 - Servicio
 - Ambientes
 - Código de habilitación

Dada que existen datos específicos para equipos biomédicos, se pretende que el mismo formulario inhabilite los campos de estos datos cuando se pretenda

ingresar equipos industriales y muebles de uso asistencial; así se evita tener que manejar formularios independientes.

- Submódulo de fichas técnica. Como su nombre lo indica, contiene la información técnica referente a los equipos distribuida en registro técnico de funcionamiento, registro técnico de instalación, accesorios, lista básica de recambios (repuestos), mantenimiento y metrología (periodicidad) y observaciones.

- Submódulo de hojas de vida. En éste se puede llevar un registro claro y detallado de las intervenciones efectuadas sobre cualquier equipo, incluyendo histórico de fallas con lo que se facilita la planeación de las actividades de mantenimiento. Este submódulo está directamente relacionado con el módulo de gestión de mantenimiento ya que de él se alimenta con las solicitudes de servicio y el cierre de órdenes de trabajo tanto de mantenimiento preventivo como correctivo.

- Submódulo de apoyo técnico. Cuenta con todos los posibles recursos de apoyo técnico útiles tanto durante los procesos de mantenimiento como para dar cumplimiento a la normatividad:
 - Manual de usuario
 - Manual de servicio
 - Guía rápida de operación
 - Planos
 - Registro sanitario
 - Permiso de comercialización
 - Registro de importación
 - Factura
 - Ingreso a almacén
 - Acta de recibo a satisfacción

- Registro capacitación al operador

4.2.4.3 Módulo de inventario y almacén. A través de este módulo se puede disponer fácilmente de la información referente a los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento.

Cuenta con los siguientes submódulos:

- Submódulo de herramientas y equipos de verificación. Permite registrar cada una de las herramientas y equipos de verificación usados durante los procesos de mantenimiento y metrología, en él se especifica nombre, código, ubicación, tipo, propiedad, marca, modelo, serie, referencia, cantidad, valor de adquisición, fecha de adquisición, observaciones sobre las características de uso y aplicación. Para equipos de verificación incluye los documentos de apoyo necesarios.
- Submódulo de repuestos. A través de éste, pueden almacenarse piezas comunes a diversos equipos diferentes, como fusibles, cables, baterías y componentes electrónicos básicos, así como las que son más específicas de un modelo concreto, como tarjetas de circuitos, fuentes de alimentación, tubos de rayos X y sondas ecográficas.

Incluye los campos siguientes:

- Descripción (nombre) de la pieza
- Número de almacén (inventario)
- Nombre del fabricante
- Número de serie y de la pieza
- Enlace al modelo de equipo
- Nivel mínimo de existencias

- Nivel de existencias actual
 - Lugar de almacenamiento de la pieza
 - Precio y fecha de compra
- Submódulo de materiales. Incluye información detallada sobre cada uno de los materiales e insumos requeridos para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Cuenta con información y campos al igual que el submódulo de repuestos.
- Submódulo de inventario de equipos. Un formulario para Inventario contiene la información específica sobre los equipos biomédicos, industriales de uso hospitalario, muebles de uso asistencial y permitir búsquedas de acuerdo a diversos criterios al igual que modificar si es necesario.
- Equipo
 - Marca
 - Modelo
 - Serie
 - Número de inventario
 - Clasificación biomédica
 - Clasificación por riesgo
 - Ubicación (Servicio y Ambiente)
 - Estado

4.2.4.4 Módulo de gestión de mantenimiento. El módulo de mantenimiento ayuda al usuario del Sistema de Información a gestionar de forma eficaz la función de mantenimiento ya que a través de éste se planea y programa los procedimientos actividades de mantenimiento, se diligencia las solicitudes de servicio de mantenimientos correctivos, se generan órdenes de trabajo tanto para mantenimiento preventivo y calibración como para mantenimiento correctivo.

- Submódulo de órdenes de trabajo. Cada una de las intervenciones realizadas a un equipo ya sea por mantenimiento preventivo planificado o por solicitudes de servicio de mantenimiento correctivo se gestionan a través de este submódulo; una vez ejecutadas se registra todo aquello que es útil para la medición de la gestión de mantenimiento tales como tiempos, herramientas, repuestos, costos asociados, personal que ejecutó y aprobó la intervención.
- Solicitudes de servicio. Cuando el usuario de un equipo reporta en el sistema de información un problema en un equipo, éste generará automáticamente una orden de trabajo y permitirá que el responsable del sistema asigne un técnico a la tarea. El sistema puede aportar información sobre la carga de trabajo, la formación y los conocimientos especializados de cada técnico para ayudarlo a tomar esta decisión. Si en una evaluación inicial de la avería se detecta que se necesita una pieza concreta para finalizar la tarea, el sistema de información puede registrar este hecho y proporcionar la información necesaria para realizar el pedido de la pieza. Una vez finalizada la tarea de mantenimiento, se puede registrar el estado del equipo en el sistema. Pueden asignarse niveles de prioridad del mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, que hay que llevar a cabo relacionados con el riesgo del equipo, su valor estratégico para el

establecimiento de atención de salud y la disponibilidad de equipos auxiliares.

- Submódulo de plan de mantenimiento. Por medio de éste, el usuario puede consultar las órdenes de trabajo de cualquier tipo, ya sea programas o no para determinado intervalo de tiempo. Puede generarse planes por servicios o por equipos; útil para que el personal asistencial u operador de los equipos conozca las fechas de intervención.
- Plan de metrología. Al igual que el plan de mantenimiento, el plan de metrología incluye la programación específica con fechas y proveedores en caso de que el servicio sea contratado con compañía especializada.
- Procedimientos. Contiene los protocolos de mantenimiento y sus actividades respectivas, frecuencias, tiempos de ejecución y tipos de mantenimiento al igual que los tipos de trabajo a realizar en cada orden de trabajo.

4.2.4.5 Módulo de tecnovigilancia. Para dar cumplimiento a los requerimientos de Vigilancia Tecnológica específicamente para los equipos biomédicos, éste módulo va a permitir tener un detallado consolidado de eventos e incidentes reportados por el personal operador y las acciones ejecutadas por el área encargada del departamento de mantenimiento, así como dar cumplimiento a los requerimientos del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), entes territoriales de salud y los análisis respectivos realizados a cada reporte recibido.

4.2.4.6 Módulo de desempeño de mantenimiento. Uno de los aspectos más importantes respecto al manejo del sistema de información, es la generación de reportes que a través de él se puedan obtener; ya que son la herramienta que permite controlar y evaluar el desempeño de la gestión de mantenimiento y que además constituyen una fuente de información útil para la toma de decisiones, definición de nuevas políticas de mantenimiento e inversión de recursos.

Contiene los siguientes submódulos:

- Submódulo de indicadores. Reporte a través de cálculos estadísticos de los indicadores planeados teniendo en cuenta los datos consignados en los diferentes módulos del sistema de la ejecución de actividades de mantenimiento, tiempos, repuestos y materiales, etc.
- Submódulo de costos. Permite generar informe de los costos de las ordenes de trabajo por periodos de tiempo, por áreas en las cuales se encuentran los equipos, por tipos de equipos.
- Informes de mantenimiento y metrología. A través de éste, se muestra información histórica sobre las intervenciones de mantenimiento y metrología realizadas a los equipos.

4.2.4.7 Módulo de alarmas. A través de éste módulo se programa la generación de mensajes que alerten sobre sucesos importantes dentro de la gestión de mantenimiento; como instrumento de control continuo del cumplimiento de las actividades de mantenimiento y los recursos utilizados.

- Submódulo de ordenes de trabajo pendientes. Permite consultar diariamente las órdenes de trabajo que se encuentran activas o pendientes, identificando la prioridad, permite además el cierre de las órdenes.

- Submódulo de solicitudes de servicio pendientes. Muestra las solicitudes de servicio pendientes por generar la respectiva orden de trabajo; desde éste se puede acceder al módulo gestión de mantenimiento para llevar a cabo las acciones pertinentes de generación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

- Submódulo de stock de inventarios. Genera alarmas cuando la cantidad de un repuesto, material o herramienta se encuentra por debajo del stock mínimo o máximo. Desde éste se puede acceder al módulo de almacén e inventarios para revisar y gestionar las cantidades.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Un sistema de información computarizado constituye en una de las herramientas más útiles cuando se trata de gestionar el mantenimiento hospitalario en una Institución Prestadora de Servicios de Salud de Alta Complejidad.
- Establecer un modelo de gestión de mantenimiento hospitalario a partir de la reorganización del departamento de mantenimiento y las actividades específicas de cada área; permite que el diseño del sistema de información y sus respectivos módulos cumpla con todos los requerimientos y objetivos para los cuales es planteado.
- Durante la etapa de diseño de un sistema de información se debe determinar el tipo de lenguaje de programación y base de datos en los cuales se va a llevar a cabo el desarrollo, evaluando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
- Para el desarrollo de sistema de información para la gestión de mantenimiento hospitalario se recomienda la arquitectura Cliente – Servidor con aplicaciones basadas en ambiente web; ya que tienen la ventaja de ser multiplataforma, las actualizaciones al software se hacen de manera centralizada y es de fácil acceso si se cuenta con una conexión a internet, además de soportar múltiples usuarios conectados de manera concurrente.
- Para llevar a cabo el diseño de un sistema de información computarizado es necesario tener definidos cada uno de los requerimientos específicos, establecer las entradas y salidas; para posteriormente desarrollar los módulos y submódulos o formularios con el detalle de datos que va a contener cada uno.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz, Antonio Miguel. Gestión de tecnología hospitalaria - Un enfoque sistémico. Universidad del Rosario. Bogotá 2012

Cruz, A. M., Rodríguez, E., & Martínez, M. C. S. L. (2000). Sistema informático de gestión para planificar el mantenimiento preventivo de equipos médicos. Ingeniería Electrónica, Automática Y Comunicaciones, XXI(1), 7.

Martínez P, Libardo. Modelo Gerencial para la Fundación Oftalmológica de Santander – Clínica Carlos Ardila Lulle (FOSCAL). Universidad Industrial de Santander- Facultad de Ingenierías Físico - mecánicas. Trabajo de grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). 2000

Miniati, R., Iadanza, E., Dori, F., Pallikarakis, N., & Bliznakov, Z. (2016). Clinical Engineering. Clinical Engineering. Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-803767-6.00005-2>

Organización Mundial de la Salud. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Sistema computarizado de gestión de mantenimiento ISBN 978 92 4 350141 3. Organización Mundial de la Salud. 2012

Organización Mundial de la Salud. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Introducción al mantenimiento de equipos médicos ISBN 978 92 4 350153 6. Organización Mundial de la Salud. 2012

Perilla, María Eloisa. Modelo de Evaluación de Gestión de Mantenimiento de Equipo Biomédico de las IPS. Universidad Industrial de Santander- Facultad de Ingenierías Físico - mecánicas. Trabajo de grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). 2005

Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud - Ministerio de la Protección Social. Bogotá D.C., noviembre 2005 ISBN 958-97166-4-4.

Rodríguez, E., Miguel, A., & Sánchez, M. (2001). Gestión de mantenimiento para equipos médicos. Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica, II(c), 5. Retrieved from <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00187.pdf>