

**ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL LOCAL DE
TAURAMENA**

MIGUEL DARIO DE LA HOZ ZORRO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2007

**ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL LOCAL DE
TAURAMENA**

MIGUEL DARIO DE LA HOZ ZORRO

Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: ISABEL CRISTINA ARISMENDI
Ingeniera Biomédica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2007

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCION | 1 |
| 1 HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA | 3 |
| 1.1 ORIGEN | 3 |
| 1.2 ORGANIZACIÓN | 3 |
| 1.3. DESCRIPCION DE LAS AREAS DEL HOSPITAL | 3 |
| 1.4 DIAGNOSTICO | 5 |
| 1.5 OBJETIVOS | 7 |
| 2 EQUIPO BIOMÉDICO | 8 |
| 2.1 CLASIFICACION DEL EQUIPO BIOMEDICO | 8 |
| 2.1.1 Clasificación según su utilización | 8 |
| 2.1.2 Clasificación de acuerdo a sus características eléctricas | 8 |
| 2.2 CONCEPTO DEL RIESGO EN MEDICINA | 8 |
| 2.3 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS SEGÚN EL RIESGO | 10 |
| 2.3.1 Equipos de alto riesgo | 11 |
| 2.3.2 Equipos de mediano riesgo | 25 |
| 2.3.3 Equipos de bajo riesgo | 28 |
| 3 MANTENIMIENTO EN EL HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA | 31 |
| 3.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO PROPUESTOS | 35 |
| 3.1.1 Mantenimiento correctivo | 35 |
| 3.1.2 Mantenimiento preventivo | 35 |
| 3.1.3 Mantenimiento autónomo | 36 |
| 3.2 RECURSOS HUMANOS PARA UN SERVICIO ÓPTIMO | 37 |
| 3.3 RECURSOS FISICOS PARA EL MANTENIMIENTO | 38 |
| 3.4 RECURSOS FINANCIEROS PARA EL MANTENIMIENTO | 38 |
| 4 SISTEMA DE INFORMACIÓN | 39 |
| 4.1 INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO | 41 |
| 4.2 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO | 44 |
| CONCLUSIONES | |
| BIBLIOGRAFIA | |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág |
|---|-----|
| FIGURA 1. Organización del hospital local de tauramena | 3 |
| FIGURA 2. Áreas del Hospital | 4 |
| FIGURA 3. Proceso para el manejo del riesgo | 9 |
| FIGURA 4. Electro bisturí | 12 |
| FIGURA 5. Funcionamiento del electro bisturí | 12 |
| FIGURA 6. Maquina de anestesia | 12 |
| FIGURA 7. Subsistemas de Maquina de anestesia | 13 |
| FIGURA 8. Sistema Láser en Oftalmología | 13 |
| FIGURA 9. Métodos de Bombeo | 14 |
| FIGURA 10. Desfibrilador | 15 |
| FIGURA 11. Maquina corazón- pulmón | 15 |
| FIGURA 12. Monitor de Signos Vitales | 16 |
| FIGURA 13. Diagrama de bloques monitor de signos vitales | 17 |
| FIGURA 14. Monitor Fetal | 17 |
| FIGURA 15. Maquina de Diálisis | 18 |
| FIGURA 16. Diagrama en Bloques | 18 |
| FIGURA 17. Gamma cámara | 19 |
| FIGURA 18. Marcapasos interno transitorio | 19 |
| FIGURA 19. Ventilador | 20 |
| FIGURA 20. Sistema típico de un Ventilador | 20 |
| FIGURA 21. Esterilizador a vapor | 21 |
| FIGURA 22. Bomba de infusión | 22 |
| FIGURA 23. Sistema de control Bomba de infusión | 22 |
| FIGURA 24. Incubadora cerrada neonatal | 23 |
| FIGURA 25. Incubadora abierta neonatal | 24 |
| FIGURA 26. Producción de rayos x | 24 |
| FIGURA 27. Electrocardiógrafo | 25 |
| FIGURA 28. Configuración de electrodos | 26 |
| FIGURA 29. Centrifuga | 26 |
| FIGURA 30. Rotor Fijo y Móvil | 26 |
| FIGURA 31. Ecógrafo | 27 |
| FIGURA 32. Sistema de video de endoscopia | 28 |
| FIGURA 33. Tensiometro | 29 |
| FIGURA 34. Equipo de Órganos | 29 |
| FIGURA 35. Laringoscopio | 30 |
| FIGURA 36. Hospital como empresa. Sistema retroalimentado | 32 |
| FIGURA 37. Entradas y resultados de la organización | 33 |
| FIGURA 38. Entradas de una organización funcional | 34 |
| FIGURA 39. Organigrama de mantenimiento | 35 |
| FIGURA 40. Esquema del Sistema de información | 41 |
| FIGURA 41. Ciclo de mejora continua | 47 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág |
|--|-----|
| TABLA 1. Algunos equipos utilizados por el hospital local de Tauramena | 4 |
| TABLA 1. Factores en el mal uso del hospital | 5 |
| TABLA 2. Problemas del mantenimiento hospitalario | 6 |
| TABLA 3. Ciclo Demming PDCA | 46 |

RESUMEN

TITULO:

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA *

AUTOR:

MIGUEL DARIO DE LA HOZ ZORRO **

PALABRAS CLAVES:

Gestión – Riesgo– Equipo Biomédico – Organización – Hospital Tauramena

DESCRIPCIÓN:

Es muy común en nuestro medio relacionar al Hospital como una entidad a donde se recurre con la finalidad de recuperar la salud, o donde se realizan acciones de reconocimiento para establecer si nuestro organismo está con buena salud que nos permita realizar nuestras 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 en equipamiento y maquinaria cada vez más creciente en nuestros días a los que no se escapan

Dentro de los Hospitales y establecimientos de Salud en general, se hace necesario conocer el valor que se merece tanto el mantenimiento hospitalario en este contexto, como el sentido gerencial con que debe tratarse.

Con este Objetivo es que se presenta el concepto de mantenimiento orientado al riesgo, minimizando este riesgo para el paciente y para el operario y adicionalmente el de organizar correctamente la información y el proceso de mantenimiento para nuestro contexto mas específico como lo es el hospital local de Tauramena

Completamente se trata de los aspectos de la organización del departamento de mantenimiento, así como de sus recursos Humanos, físicos, y financieros

Además, aporta el conocimiento a las regiones del país donde por diversas razones no llega.

*Monografía

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Isabel Cristina Arismendi, Ingeniero Electrónico.

SUMMARY

TITLE:

MAINTENANCE ORGANIZATION TP THE "HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA"*

AUTHOR:

MIGUEL DARIO DE LA HOZ ZORRO **

KEY WORDS:

Management – Risk– Biomedical equipment – Organization – Tauramena Hospital

DESCRIPCIÓN:

It is very common in our way to relate to the Hospital as an entity to where it is appealed by the purpose of recovering the health, or where actions of recognition are realized to establish if our organism is with good health that allows us to realize our daily activities, and therefore the above mentioned relation circumscribes to the thought that there will find doctors, nurses, medicines and in some measurement teams that will facilitate the above mentioned work, nevertheless due to the technological development in equipment and more and more increasing machinery in our days to which they do not escape.

Inside the Hospitals and establishments of Health in general, is necessary to know the value that is deserved by both the hospital maintenance in this context and the management sense which should be treated.

With this Objective it is presented the concept of risk maintenance oriented, so that diminishing this risk for both patient and worker. Additionally we will be able to organize in a proper way both maintenance information and maintenance process for our context which is "hospital local de Tauramena"

It is all about the aspects of the organization of the maintenance department, as well as, human, physical and financial resources.

What is more, we take this knowledge to regions separated where the knowledge it is focused.

*Monograph

**School of Physical-Mechanical Engineering. Specialization in Management of Maintenance.
Director: Isabel Cristina Arismendi, Electronic Engineer.

INTRODUCCIÓN

En el marco moderno, en donde una infinidad de técnicas se aglomeran para realizar o controlar las funciones de cualquier empresa, mucho cuesta ver las funciones como un todo, y mucho menos, comprender el funcionamiento de algunas, de forma aislada, para realizar una evaluación de algunos procesos de la empresa, con el fin de poder analizarlos y determinar cuál es el que está funcionando de forma incorrecta.

Para el correcto funcionamiento de cualquier empresa y en este caso específico el Hospital Local de Tauramena, debe existir tres **Entradas** o **Funciones de Procesos Estratégicos (resumidos)** los cuáles, al ser transformados, dan como resultado una serie de elementos que producen un resultado, que se puede identificar como **Imagen ante los Clientes, Utilidades, Productividad, Ganancias, Liquidez¹**.

El mantenimiento desarrollado en la mayoría de los Equipos Biomédicos durante mucho tiempo se realizaba solo cuando se presentaban correctivos y sin ningún registro histórico, hasta el año 2002 por exigencia del Ministerio de Salud² se empezó a implementar las hojas de vida de equipos y el registro de mantenimientos preventivos realizados. Esta implementación no se ha realizado bajo el enfoque de mejoramiento de calidad, eficiencia y eficacia del servicio prestado por la institución.³

Ahora surge un problema en el que los planes de mantenimiento preventivo a pesar de estar escritos, en la práctica no se cumplen a cabalidad llevándonos a una falencia en quien debe asumir esa responsabilidad, cuando no tenemos un departamento de mantenimiento. Por lo que nos lleva a que con un buen esquema de la organización y específicamente del departamento de mantenimiento se lidera y se organiza el personal para no seguir cometiendo el mismo error.

Para organizar el departamento de mantenimiento es indispensable conocer los equipos y especialmente su tecnología y funcionamiento. Además, debe ser muy conciente de la importancia de los factores de riesgo en la generación de un modelo organizacional.

¹ Ernesto Rodríguez Denis. Instituto Superior Politécnico José Echeverría. Cuba

²Decreto numero 2309 de 2002 Por el cual se define el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad social en Salud.

³ Modelo de gestión para el Mantenimiento. Ing. Isabel Arismendi.

El propósito del presente trabajo es el de contribuir al conocimiento de los distintos criterios del Mantenimiento y su relación con la Organización Hospitalaria.

Es muy común en nuestro medio relacionar al Hospital como una entidad a donde se recurre con la finalidad de recuperar la salud, o donde se realizan acciones de reconocimiento para establecer si nuestro organismo está con buena salud que nos permita realizar nuestras 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 en equipamiento y maquinaria cada vez más creciente en nuestros días a los que no se escapan

los Hospitales y Establecimientos de Salud en general, es que se hace necesario conocer el valor que se merece el Mantenimiento Hospitalario dentro de este contexto.

Con este objetivo es que se presentan conceptos del Mantenimiento, los aspectos en que se basa el Mantenimiento y los términos de Mantenimiento según el riesgo. Además en el capítulo 4 se tratará de los factores que influyen en el mal uso del hospital y como resultado organizar de una manera más eficiente el mantenimiento del Hospital Local de Tauramena.

1. HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA

1.1 ORIGEN

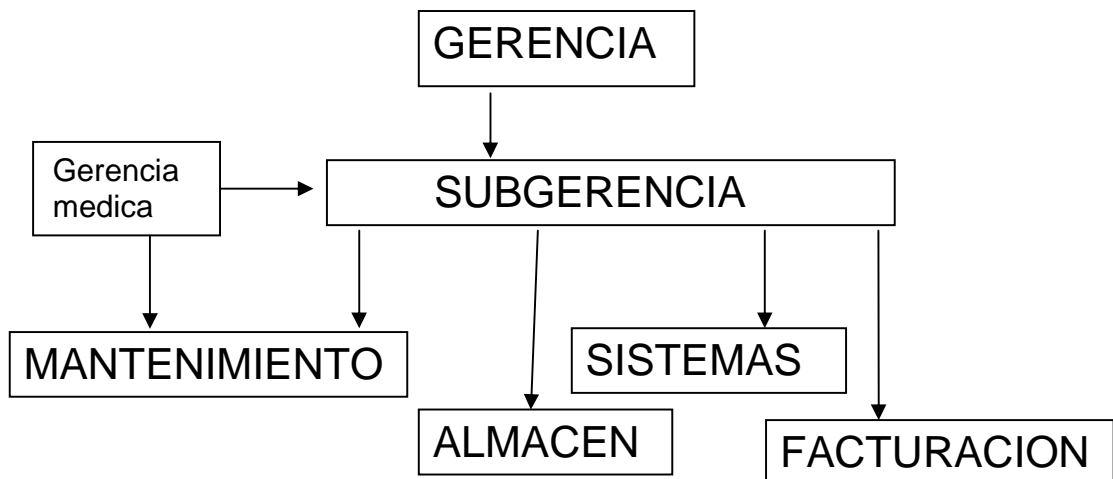
Para hablar de los orígenes del hospital local de Tauramena hay que hablar de de lo que es el pueblo y su ubicación. Tauramena se localiza en la zona sur-occidental del departamento colombiano de Casanare ocupando una extensión aproximada de 3.290 kilómetros cuadrados sobre una topografía variada que va desde los 2200 metros sobre el nivel del mar hasta los 150 metros sobre el nivel del mar.

Desde 1995, empezó a recibir participación en regalías por la explotación de yacimientos petroleros de su subsuelo, por lo cual se surgió la necesidad de invertir en el desarrollo de infraestructura y en el bienestar social de sus habitantes, por lo cual nace el Hospital Local de Tauramena

1.2 ORGANIZACION

El hospital local de tauramena depende de la dirección de salud del municipio de Tauramena, la organización interna del hospital es como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Organización del hospital local de tauramena



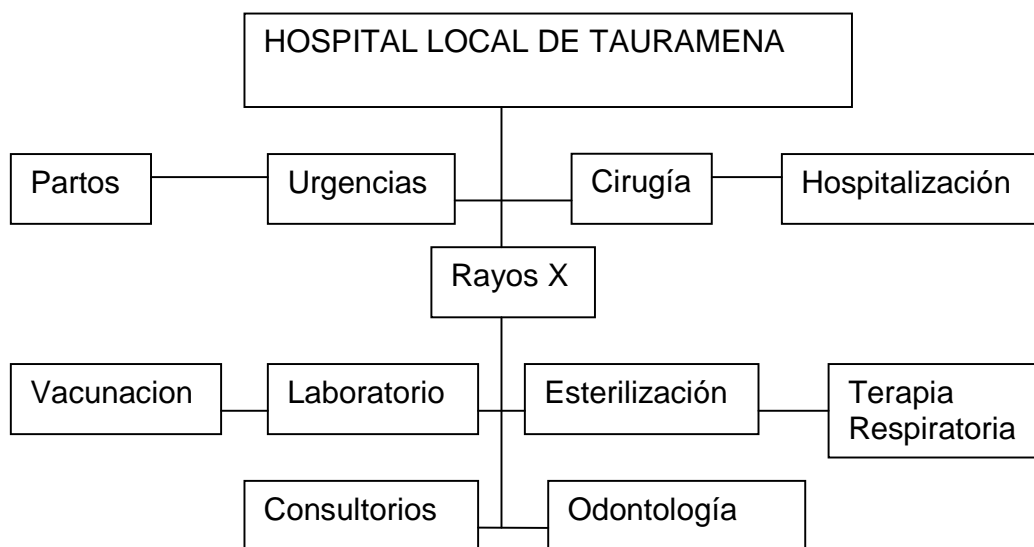
1.3 DESCRIPCION DE LAS AREAS DEL HOSPITAL

Es un hospital local de Tauramena es un hospital de segundo nivel según resolución No. 14662, del 29 de Octubre de 1990, que clasifica al hospital

Regional, en hospital de segundo nivel de atención. Localizado en el municipio de Tauramena en el departamento de Casanare, el cual brinda Servicios de salud a una comunidad aproximada de 2000 habitantes. Cuenta con 80 equipos de tecnología biomédica que incluye radiología, sala de cirugía, neonatos, consulta externa.

A continuación en la figura 2 se muestra las diferentes áreas del hospital

Figura 2. Áreas del Hospital



En la tabla 1 se muestran algunos de los equipos utilizados por el hospital

Tabla 1. Algunos equipos utilizados por el hospital local de Tauramena

| Equipo | Marca | Modelo | Ubicación | Estado | Manual |
|----------------------|-----------------|--------|----------------|--------|----------------------|
| Incubadora | Draeger | 8000NC | Partos | Fuera | |
| Calentador Infantil | Fisher&poykel | IW800 | Partos | Fuera | |
| Succionador | Medi-pump | 1130 | Partos | OK | |
| Balanza | Health-o-meter | | Partos | OK | |
| Monitor fetal | Fetal care | FC700 | Partos | OK | operación |
| Electrobisturi | | Force2 | Cirugia | OK | operación y servicio |
| Maquina de anestesia | Ohmeda | | Cirugia | OK | |
| Aspirador | GOMCO | 3040 | Cirugia | OK | |
| Lampara cielitica | Burton | 124500 | Cirugia | OK | |
| Succionador | Medi-pump | 1220 | Cirugia | Fuera | |
| Autoclave | Matachana | | Esterilización | Fuera | Operación |
| Autoclave | Eastern medical | | Esterilización | Fuera | |

1.4 DIAGNOSTICO

La Organización Mundial de la Salud indica que es inadmisibles el alto valor de recursos que se mal gastan para la atención de salud en los países en desarrollo.

Los factores que comúnmente más influyen para ésta pérdida se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Factores en el mal uso de los hospitales⁴

| FACTOR | %ESTIMADO DE PERDIDA |
|---|---------------------------------|
| Compra de demasiado y sofisticado equipo, el cual es subutilizado o nunca usado, por ausencia de técnicos capaces de instalarlo, darle mantenimiento ó usarlo | 20-40% |
| Reducción de vida útil del equipamiento por mala operación, Falta de mantenimiento | 50-80% de la vida útil |
| Compra adicional de accesorios, repuestos, para modificaciones a fin de facilitar la instalación debido a una deficiente selección del equipo | 10-30% del valor del equipo. |
| La falta de estandarización, resulta en un incremento del costo de adquisición de repuestos, o compras adicionales | 30-50% del valor del equipo |
| Excesivo bajo tiempo de duración, por falta de mantenimiento preventivo, inexperiencia en la reparación y falta de repuestos | 25-30% del equipamiento |
| Cambio del modelo del equipo por cuenta del fabricante | 10-30% de costo para repuestos. |

Los problemas de Mantenimiento resultantes del diagnóstico realizado por personal de Ingenieros y Técnicos del extinto Fondo Nacional Hospitalario en Bogotá, como la realidad de Colombia, son:

⁴ <http://www.gerenciasalud.com/art198.htm>. Septiembre de 2003

Tabla 3. Problemas del Mantenimiento Hospitalario⁵

| | |
|----|--|
| 1 | No hay Organización del Mantenimiento. |
| 2 | Algunos Hospitales no tienen Jefe de Mant. idóneo. |
| 3 | Los Jefes de Mantenimiento realizan labores técnicas y no gerenciales. |
| 4 | Falta documentación Técnica para equipos. |
| 5 | Falta de Capacitación continua para técnicos. |
| 6 | No existen herramientas adecuadas. |
| 7 | No hay Presupuesto para Mantenimiento. |
| 8 | Bajos salarios para técnicos en Mantenimiento. |
| 9 | Número de personal insuficiente para tareas de Mantenimiento. |
| 10 | No existe historia de equipos ni estadística de fallas. |
| 11 | No se utiliza asesoría disponible para Mantenimiento. |
| 12 | Directores no colaboran por no tener permanencia en el cargo. |

Actualmente en el hospital local de tauramena el mantenimiento de los equipos biomédicos es altamente reactivo, cada vez que falla algún equipo se lleva a reparación. Por lo mencionado anteriormente la falta de profesionalización en el recurso humano y de alguno que otra forma los intereses políticos el equipo que sale a reparación se demora mucho y/o se hace compra innecesaria de equipo Biomédico.

Otro factor es que por lo general cuando se presenta la falla los equipos se envían a bogota para su reparación demorando la prestación del servicio y bajando la percepción de calidad para los usuarios

Finalmente, la falta de documentación de los equipos que actualmente tiene el hospital hace un poco ardua la tarea y además la falta de personal para el mantenimiento de equipo Biomédico.

Por lo expuesto anteriormente, incrementa la necesidad de que el departamento de mantenimiento este organizado, con el recurso humano

⁵ <http://www.gerenciasalud.com/art198.htm>. Septiembre de 2003

necesario y optimizando lo que actualmente se tiene para en un futuro cambie la ley de que solo el 5% del presupuesto es asignado a mantenimiento, es fomentar un cambio en las personas que manejan y asignan el presupuesto para mantenimiento.

1.5 OBJETIVOS

- Plantear una organización del departamento de mantenimiento con recursos humanos, físicos y financieros para mejorar la prestación del servicio al usuario final.
- Llevar el conocimiento a zonas del país donde por una u otra razón no llega.
- Proponer índices de gestión y sistemas de medición consistentes que permitan mostrar a la institución con buena precisión y transparencia la magnitud y el valor real de los servicios suministrados.

2. EQUIPO BIOMEDICO

Se entiende por Equipo Biomédico todo aparato o maquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, mecánicas y/o híbridas; desarrolladas para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud⁶

2.1 CLASIFICACION DEL EQUIPO BIOMEDICO

A continuación veremos las diferentes formas de clasificar el equipo Biomédico:

2.1.1 Clasificación de acuerdo a su utilización⁷

De acuerdo con su utilización la tecnología biomédica se clasifica así:

- Tecnología biomédica para diagnóstico
- Tecnología biomédica para tratamiento y mantenimiento de la vida
- Tecnología biomédica para rehabilitación
- Tecnología biomédica para prevención, y
- Tecnología biomédica para análisis de laboratorio

2.1.2 Clasificación de acuerdo a sus características eléctricas⁸

A continuación se clasifica de acuerdo a las características de los equipos:

- CLASE I
- CLASE IIA
- CLASE IIB
- CLASE III

Más adelante se tratara el tema de clasificación según el riesgo.

2.2 CONCEPTO DEL RIESGO EN MEDICINA

El riesgo es la probabilidad de obtener un resultado desfavorable como resultado de la exposición a un evento azaroso dado para el usuario o

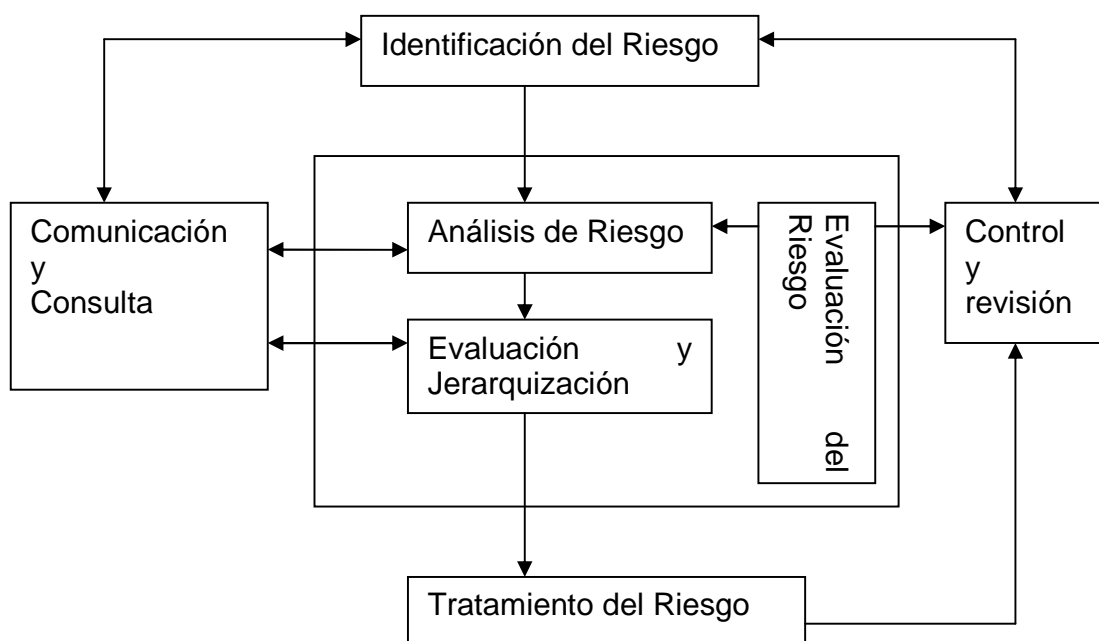
⁶ Decreto 1769 de 1994, artículo 5

⁷ Resolución N° 5039 de 1994, artículo 4

⁸ Resolución No. 434 de 2001 , capítulo 5

paciente de un equipo medico. Basados en ese concepto podemos utilizar un marco para la identificación sistemática, evaluación, tratamiento y monitorización del riesgo. Su propósito es prevenir o minimizar la posibilidad de recurrencia de riesgos y sus consecuencias asociadas como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Proceso para el manejo del riesgo⁹



El riesgo, se basa en la asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo. De acuerdo a esto puede haber equipos que por su bajo nivel de riesgo no se incluyen en el Inventario para el Mantenimiento y son atendidos durante la inspección o mantenimiento programado a su entorno, a solicitud del usuario o en mantenimiento correctivo solamente.

La tecnología médica, en particular los equipos médicos, contempla intrínsecamente un riesgo, que al no ser manejado adecuadamente se potencia, pudiendo dar lugar a lamentables accidentes. Cuando en un tiempo razonable, los eventos ocurridos con equipos médicos son manejados adecuadamente, mediante un control y seguimiento constante, así como la correspondiente alerta para la acción correctiva, los riesgos son minimizados considerablemente. En diferentes países existen programas y sistemas de

⁹ Tomada de "Liverpool Women's Hospital" Director de Servicios Corporativos

vigilancia de equipos médicos, que aunque varían de acuerdo con las leyes y regulaciones sanitarias, responden a un objetivo común: contribuir a garantizar la seguridad de los pacientes, minimizando los riesgos asociados con los equipos médicos. Que en nuestro contexto nos regulamos por las normas del Ministerio de Protección Social, la Superintendencia de Salud, y para el seguimiento de la calidad en las normas del ICONTEC y Normas internacionales como la ISO.

2.3 CLASIFICACION EQUIPOS BIOMEDICOS SEGÚN EL RIESGO

El siguiente capítulo tiene como objetivo mostrar diferentes equipos especializados de uso Hospitalario y se hará un estudio de las diferentes categorías del riesgo asociado a los equipos para sugerir una estrategia de mantenimiento basado en el riesgo que representa tanto para el usuario como para el paciente.

Se entiende por Equipo Biomédico todo aparato o máquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, mecánicas y/o híbridas; desarrolladas para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud.¹⁰

Para iniciar una buena gestión en mantenimiento de Equipo Biomédico es necesario saber la ubicación, los manuales y la cantidad del equipo biomédico en la institución. Los criterios a considerar a fin de incluir un equipo médico en el inventario de mantenimiento son los siguientes¹¹:

- Aplicación Clínica.
- Riesgo.
- Requerimientos de mantenimiento preventivo

Para la clasificación de los equipos Biomédicos según su riesgo es necesario hacer el proceso de determinación del riesgo visto anteriormente, pero gracias a organismos internacionales en especial la ECRI, se unificó que los equipos se clasifican en equipo de alto, mediano y bajo riesgo. Pero todo esto se basa en la asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo. Puede haber equipos que por su bajo nivel de riesgo no se incluyen en el Inventario para el Mantenimiento y son atendidos durante la inspección o mantenimiento programado a su entorno, a solicitud del usuario o en mantenimiento correctivo solamente.

¹⁰ Decreto 1769 de 1994, artículo 5.

¹¹ Ernesto Rodríguez Denis. Instituto Superior Politécnico José Echeverría. Cuba

2.3.1 EQUIPOS DE ALTO RIESGO

Se entiende por equipo de alto riesgo aquel que soporta la vida, facilitando su resucitación, cuya falla o mal uso produciría una lesión para el paciente y/o para el personal que presta el servicio. Estos equipos son:

- Unidades Electro quirúrgicas
- Equipo de anestesia
- Resucitadores
- Láser (oftalmología)
- Unidades de Bypass corazón - pulmón
- Monitores de Oxígeno
- Monitores de Frecuencia cardiaca
- Monitores fetales
- Unidades de Hemodiálisis
- Bombas de Infusión
- Sistemas de Medicina Nuclear
- Marcapasos
- Ventiladores
- Esterilizadores

a. Unidades Electro quirúrgicas: El electrobisturí (ver Fig. 4) es utilizado para cortar y coagular tejido celular. EL equipo produce corrientes a frecuencias mayores de 100 Khz., esta corriente genera calor en el tejido. La salida es por medio de una pequeña superficie (electrodo activo) que hace contacto con el área a ser cortada y el retorno por una superficie grande (electrodo neutro) el cual proporciona una trayectoria de retorno a las corrientes de altas frecuencias en los tejidos del cuerpo evitando efectos físicos, como se observa en la figura 5.

Figura 4. Electrobisturí.

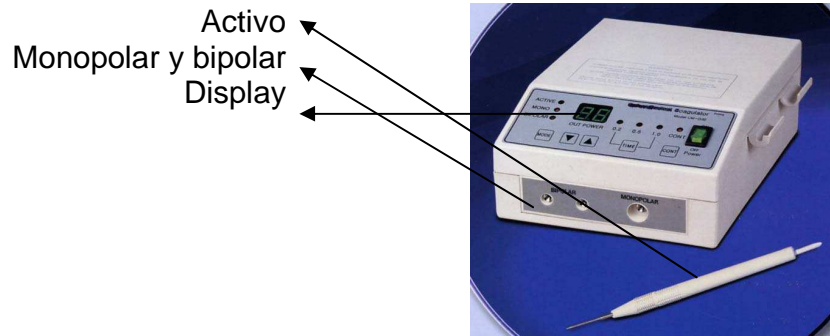
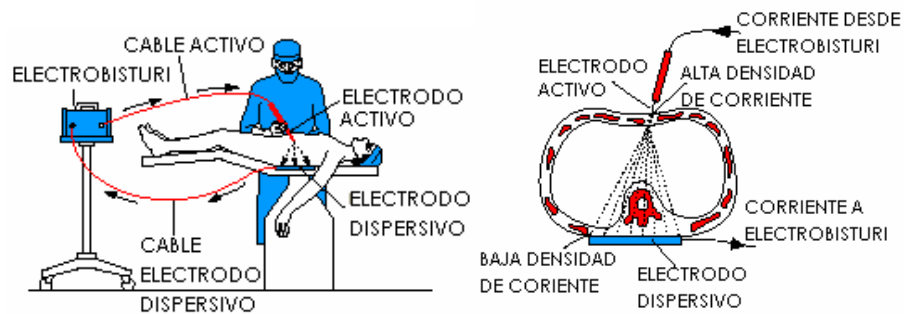


Figura 5. Funcionamiento del electrobisturí.



b. Equipo de anestesia: La maquina de Anestesia (ver Fig. 6) es un respirador usado para liberar gases anestésicos de inhalación durante los procesos quirúrgicos que requieran anestesia general.

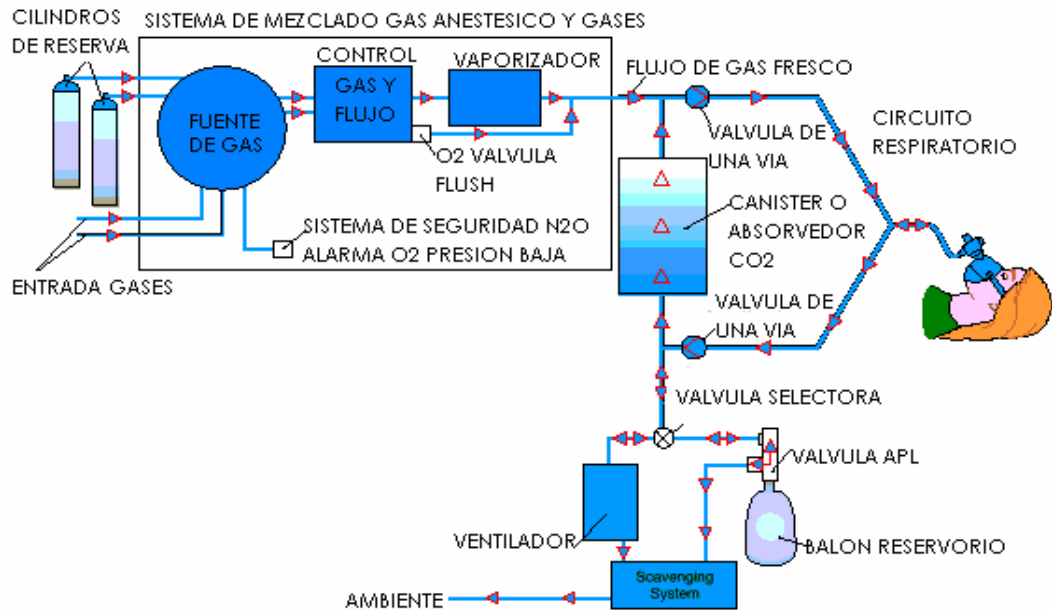
Figura 6. Maquina de Anestesia.

1. Sistema de mezcla de gases y anestesia
2. Vaporizadores
3. Ventilador y sistema respiratorio
4. Sistema de evacuación de (gases en la parte posterior)



Tiene cuatro subsistemas: sistema de mezcla de gases (oxígeno, aire medicinal, N₂O) y anestesia (vaporizadores), sistema respiratorio, ventilador y sistema evacuación de gases. En la figura 7 se muestra un diagrama esquemático en el que se indica el funcionamiento de este equipo.

Figura 7. Subsistemas Maquina de Anestesia.



c. Láser: Estos son usados para diferentes áreas como de oftalmología cirugías que requieren gran precisión. En la figura 8 y 9 encontramos un láser excimer usado en oftalmología y los métodos de bombeo o producción del haz de luz

Figura 8. Sistemas láser usado en oftalmología

1. Mesa de paciente
2. Generación de láser(método de bombeo)
3. Interfaz con el usuario

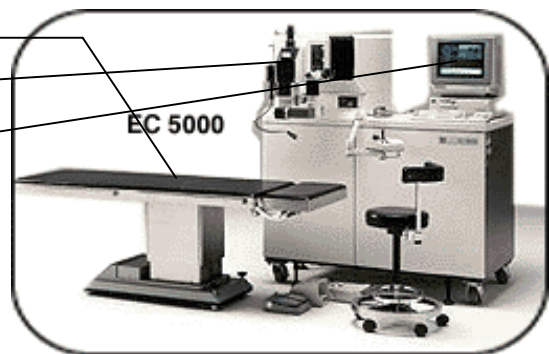
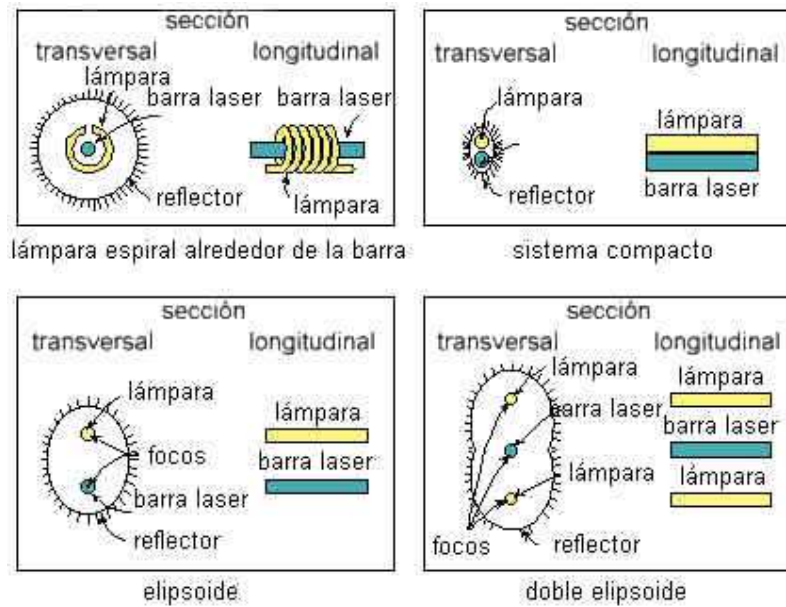
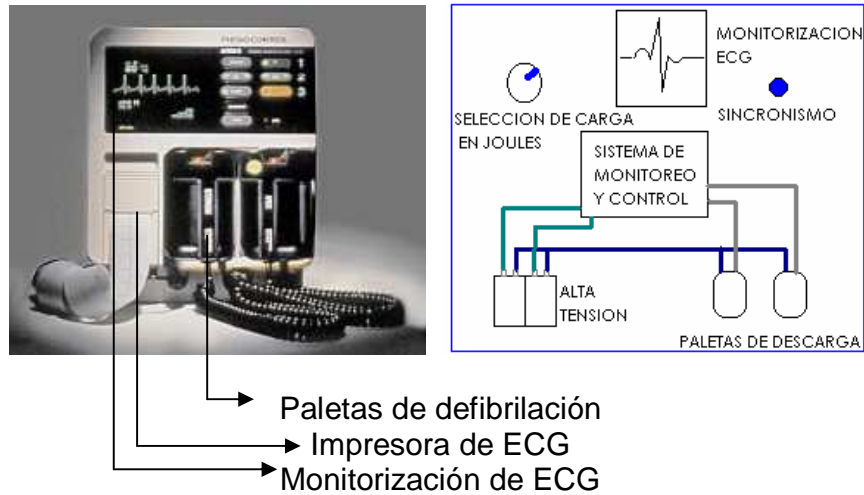


Figura 9. Métodos de Bombeo.



- d. Resucitadores: Un desfibrilador (ver Fig. 10) es un equipo el cual realiza un descarga de energía eléctrica, la cual es transmitida por el cuerpo al corazón para activar su ritmo cardiaco. El equipo contiene por lo general dos condensadores con capacidad para almacenar altas cargas de energía que son aprovechadas para la descarga que necesita sobre el paciente, se tienen un circuito electrónico para regular la cantidad de la carga a almacenar y a descargar según el peso del paciente. Por lo general el equipo también posee la función de monitorizar la curva de electrocardiografía.

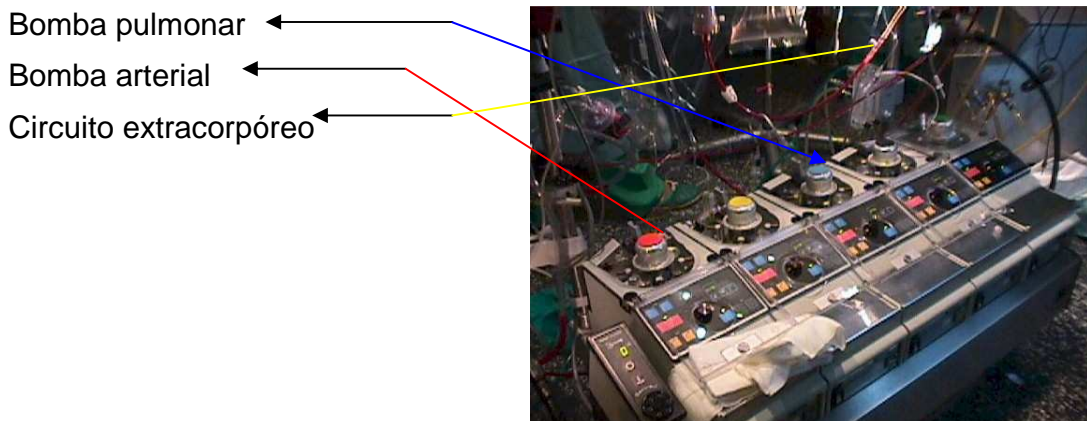
Figura 10. Desfibrilador.



e. Unidades de Bypass corazón – pulmón (La Máquina De Circulación Extracorpórea O Corazón-Pulmón)

En la mayoría de los tipos de cirugía cardíaca es necesario parar el corazón temporalmente y vaciarlo completamente de sangre con el objeto de poder operar en él. En estas situaciones es indispensable La máquina corazón-pulmón se utiliza para que realice el trabajo del corazón y de los pulmones, mientras estos están parados. En la figura 11 se muestra la maquina corazón-pulmón.

Figura 11. Maquina corazón-pulmón



Esta máquina trabaja de la siguiente manera: un extremo de un tubo de goma se inserta en su aurícula derecha, es decir, en la cámara cardíaca que recoge y contiene la sangre sin oxígeno (azul). El otro extremo del tubo de

goma es conectado a la máquina. Cuando la máquina se pone en marcha, la sangre venosa fluye hacia la misma en lugar de hacerlo hacia el corazón encargándose de oxigenarla convenientemente (sangre roja) y bombearla nuevamente a través de un segundo tubo de goma que se inserta en la aorta hacia el resto del organismo.

- f. Monitor de signos vitales: Es un sistema electrónico de monitoreo fisiológico que mide y muestra las formas de onda o datos numéricos de varios parámetros, que incluyen electrocardiografía, rata respiratoria, presión sanguínea invasiva y no invasiva, temperatura corporal, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y en ocasiones gases respirados; por medio de electrodos y dispositivos que traducen la señal fisiológica a eléctrica, procesando estas señales electrónicamente para mostrarlas numérica y gráficamente (ver Fig. 12).

Figura 12. Monitor de Signos Vitales.

Interfaz con el operario ←

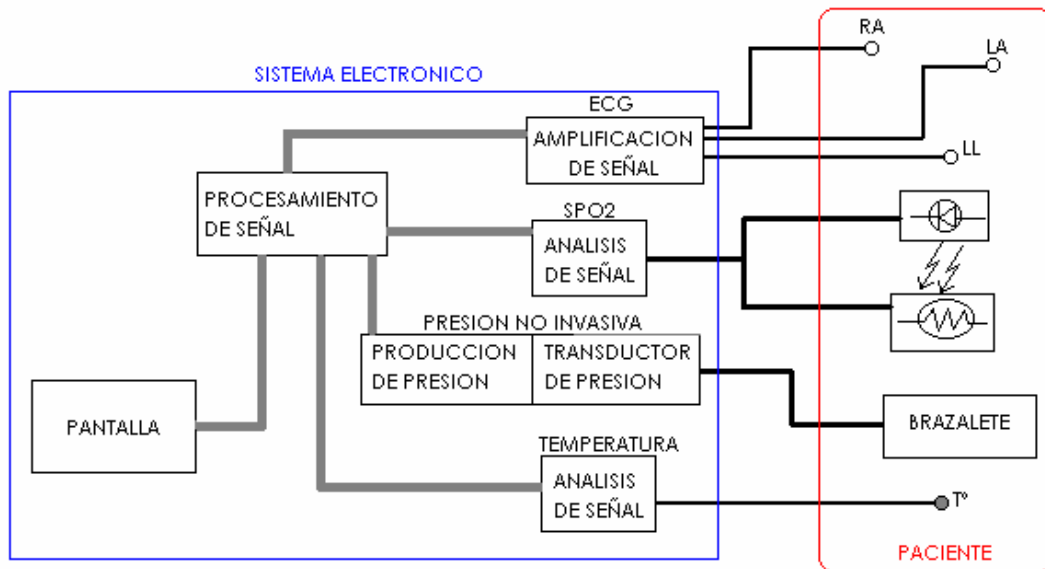
Controles de configuración ▼

Módulos ECG, SpO2, etc ↙



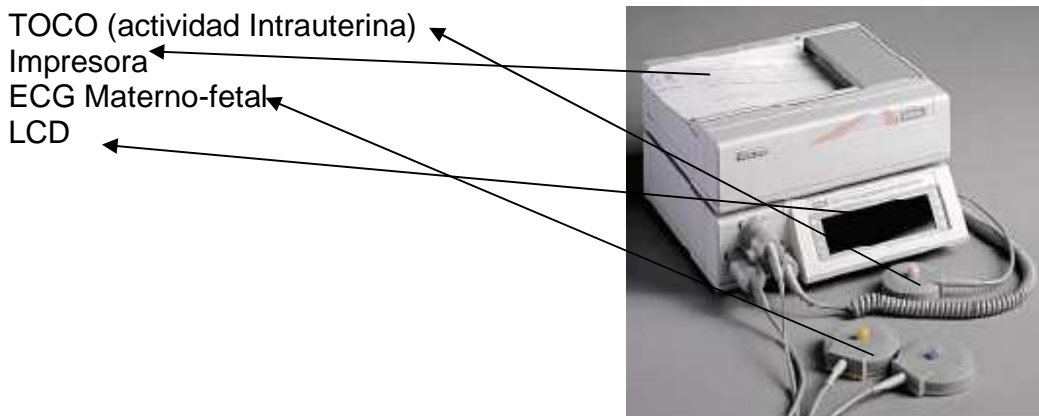
A continuación en la figura 13 se muestra el diagrama en bloques que indica el funcionamiento de un monitor de signos vitales

Figura 13. Diagrama de bloques monitor signos vitales.



- g. Monitores fetales: El monitor fetal (ver Fig.14) es un equipo electrónico que da información numérica y gráfica de la frecuencia cardíaca del feto y la actividad uterina para ayuda del personal clínico. La frecuencia cardíaca fetal la detecta por medio de un transductor de ultrasonido y la actividad uterina por un transductor de presión.

Figura 14. Monitor fetal.



- h. Unidades de Hemodiálisis: Utilizadas como un riñón artificial para personas que han perdido total o parcialmente, el riñón. Esta hace pasar la sangre a través de un filtro que por gradiente de concentración elimina toxinas y extrae el exceso de líquido de estos pacientes. En la figura 15 y 16 encontramos una maquina de diálisis y su respectivo diagrama de bloques.

Figura 15. Maquina de diálisis.

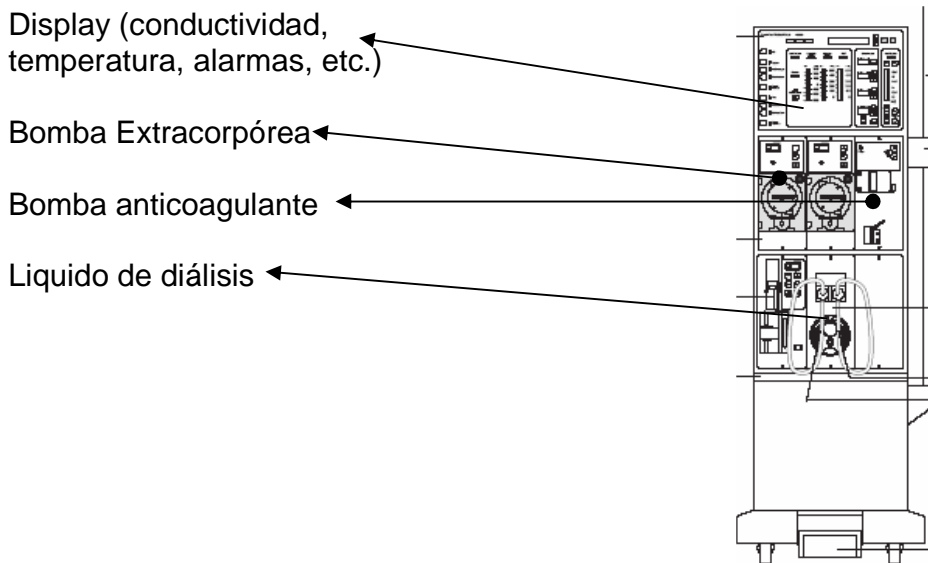
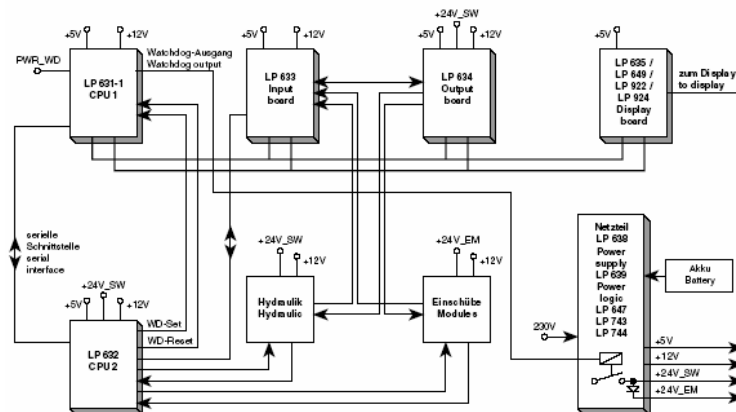


Figura 16. Diagrama en bloques.



- i. Sistemas de Medicina Nuclear: Sistemas de medicina nuclear como lo es la gamma cámara que se esta entrando a

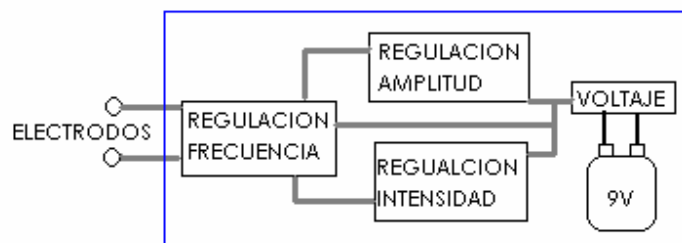
reemplazar la mamografía por su mejor resolución. En la figura 17 apreciamos un equipo de gammagrafía

Figura 17. Gammacamara.



- j. Marcapasos: Un marcapasos interno transitorio (ver Fig. 18) es usado para la estimulación temporal del corazón produciendo las contracciones cuando el nodo sinusal no funciona apropiadamente o cuando el corazón tiene un desorden conductivo. El equipo genera impulsos eléctricos por medio de un sistema electrónico con una fuente de voltaje de 9 voltios regulando la amplitud, intensidad y frecuencia de la salida a través de un electrodo. Este equipo es compartido para toda la unidad.

Figura 18. Marcapasos Interno Transitorio.



- k. Ventilador: El ventilador (ver Fig. 19) provee soporte ventilatorio temporal o asistencia respiratoria a pacientes que no pueden respirar por si solos. Un ventilador típicamente consiste de un circuito respiratorio flexible, un sistema de control electrónico y mecánico, una entrada de gases (oxígeno y aire medicinal), monitoreo y alarmas (ver Fig. 20).

Figura 19. Ventilador.

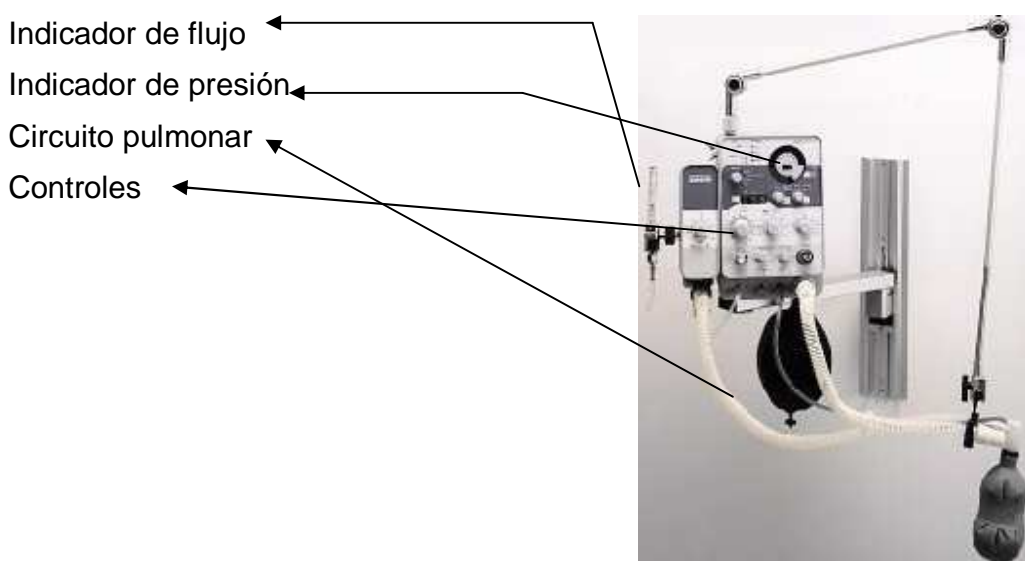
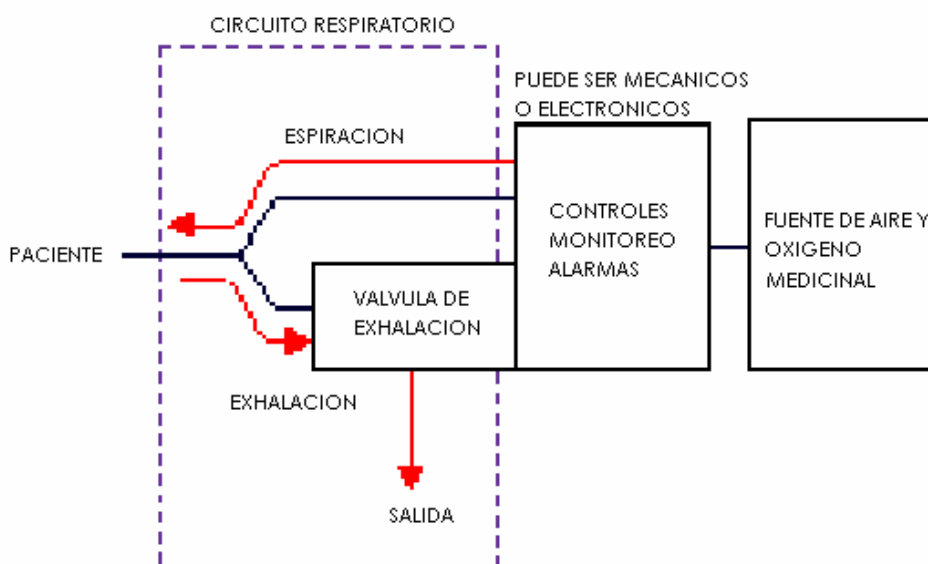


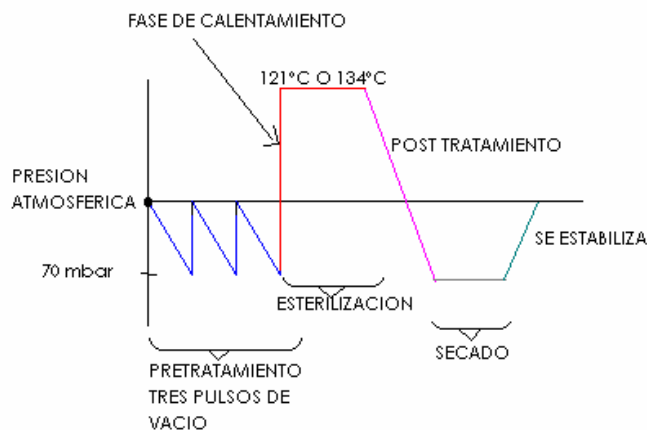
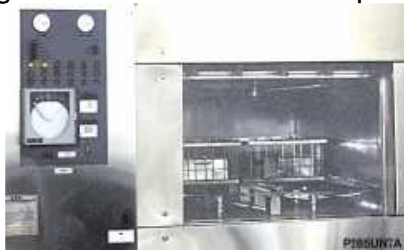
Figura 20. Sistema típico de un ventilador¹⁴.



¹⁴ ECRI. Healthcare product comparison system. CD informativo.

- I. Esterilizadores (Autoclave): También llamado esterilizador (ver Fig. 21) limpia y esteriliza el instrumental y ropa que se haya contaminado con sangre y otras sustancias. Existen cuatro sistemas de esterilización: por vapor de agua, por plasma, formaldehído y oxido de etileno. Todos utilizan un sistema de control electrónico o eléctrico, con electro válvulas y tuberías de conducción. En la figura 21 vemos el proceso que se lleva a cabo en los esterilizadores a vapor.

Figura 21. Esterilizador a vapor.



- m. Bomba de infusión: Una bomba de infusión (ver Fig. 22) libera líquidos a través de un catéter, el cual es regulado por un sistema electrónico y mecánico. El catéter es cerrado o abierto por movimientos de rodillos manejados por un motor paso a paso, que depende de la dosificación seleccionada por el usuario, además de detectar cuando el líquido ha terminado y si hay burbujas de aire dentro del sistema, todo controlado electrónicamente, figura 23.

Figura 22. Bomba de Infusión.

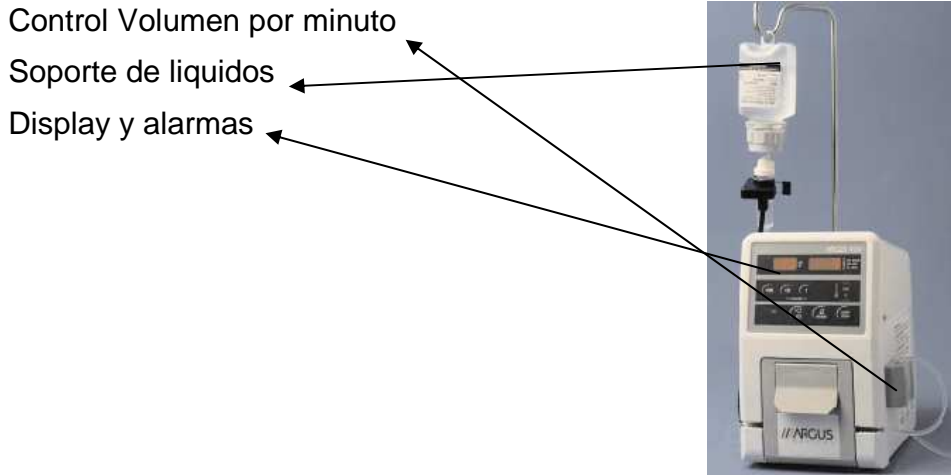
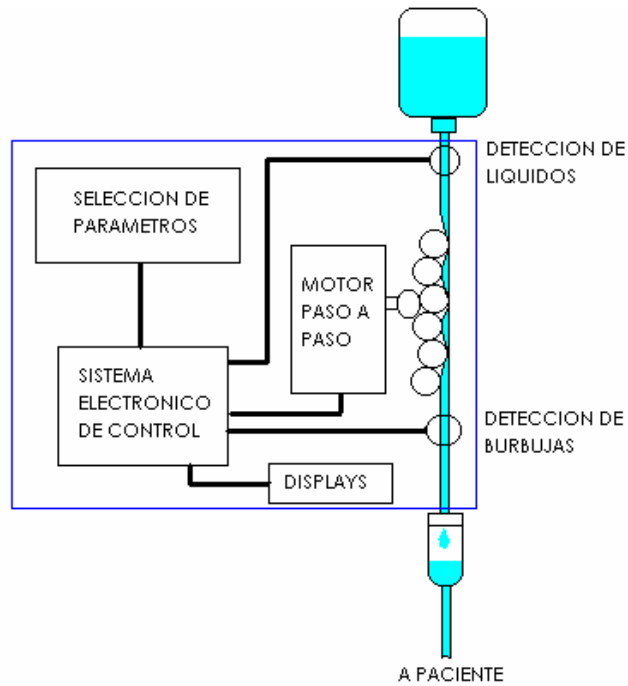


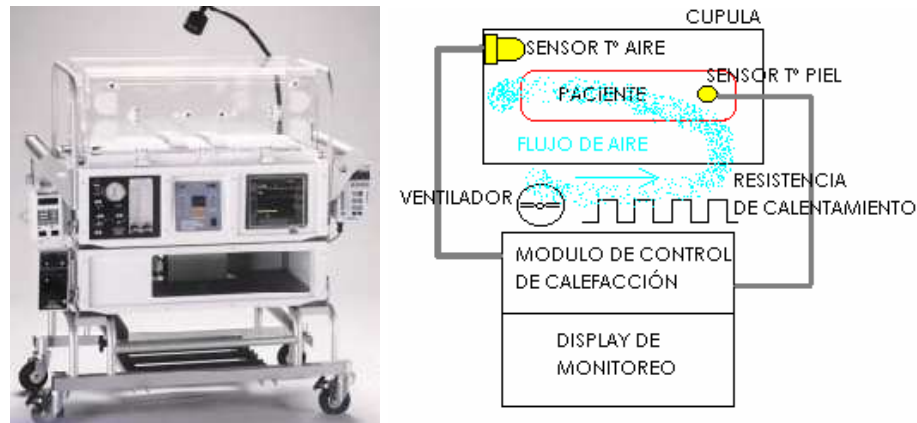
Figura 23. Sistema de control bomba de infusión.



- n. Incubadora cerrada neonatal: Una incubadora cerrada neonatal (ver Fig. 24) provee un ambiente cerrado y controlado que calienta al bebe por circulación de aire caliente sobre la piel. El calor es adsorbido por el cuerpo por la conducción de los tejidos y la convección de la sangre. Un sistema electrónico de

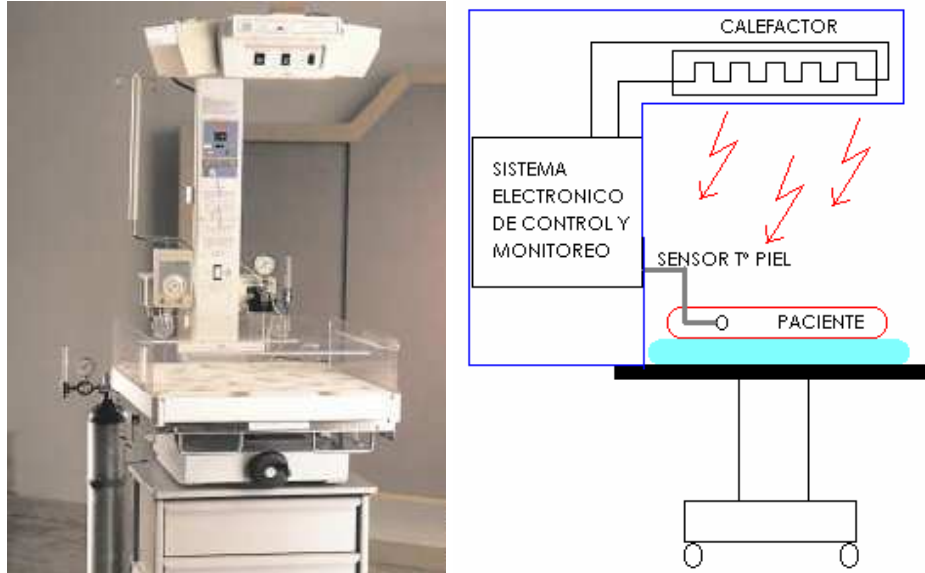
censado del aire o de la piel del paciente mantiene regulada la temperatura dentro de la incubadora, una resistencia y un motor con una hélice mantiene la circulación de aire caliente.

Figura 24. Incubadora Cerrada Neonatal.



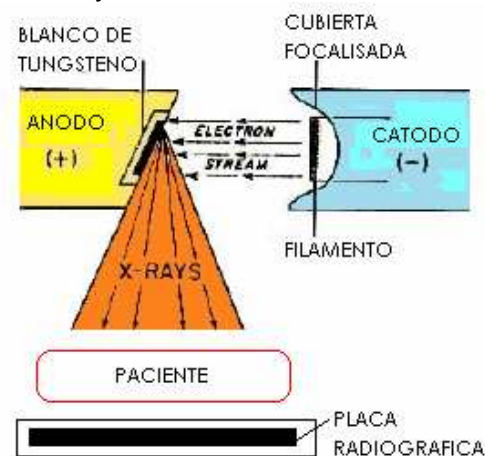
- o. Lámpara de calor radiante o incubadora abierta neonatal: Esta incubadora (ver Fig. 25) es normalmente usada para proveer soporte térmico para recién nacidos, quienes requieren constante intervención medica o necesiten intervenciones quirúrgicas en ambientes no fríos. Una resistencia de calentamiento que se encuentra en la parte superior de la incubadora, es controlada por un sistema electrónico que por medio de un sensor de piel mide la temperatura del bebe y regula el calentamiento por radiación.

Figura 25. Incubadora Abierta Neonatal.



- p. Rayos X: Este equipo genera un haz de rayos X a la cual es expuesto las partes del cuerpo humano y una placa en donde por adsorción se dibuja los tejidos del área expuesta. Este equipo utiliza un sistema electrónico de control y eléctrico de alto voltaje sobre un tubo de generación de rayos X, excitando al cátodo para que produzca una reacción en el ánodo de Tungsteno produciéndose así el haz de rayos X sobre el paciente, ver figura 26.

Figura 26. Producción de rayos X.



2.3.2 EQUIPOS DE MEDIANO RIESGO

Medio riesgo, todo equipo cuya falla, mal uso o ausencia, tenga un impacto significativo en el cuidado del paciente, mas no una lesión de gravedad. Estos son:

- Equipo de laboratorio Clínico
- Equipos de Ultrasonido
- Maquinas de EKG
- Maquinas de ECT
- Endoscopios
- Insufladores Laparoscopicos
- Unidades de Fototerapia

- a. **Electrocardiógrafo:** Un electrocardiógrafo detectas las actividades del corazón y reproduce un grafico grabado como respuesta de un voltaje en el tiempo. Este equipo tiene un sistema electrónico que detecta los pequeños impulsos eléctricos en milivoltios por medio de electrodos y los amplifica para dibujarlos en la curva de electrocardiografía (ver Fig. 27). Los electrodos tienen dos configuraciones para la toma de la señal, electrodos bipolares y los precordiales, conectados como en la figura 28. Este equipo es compartido para toda la unidad.

Figura 27. Electrocardiógrafo.

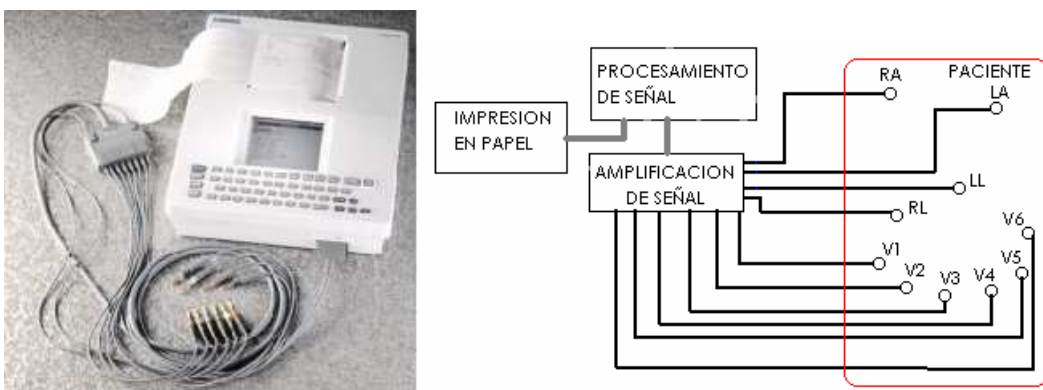
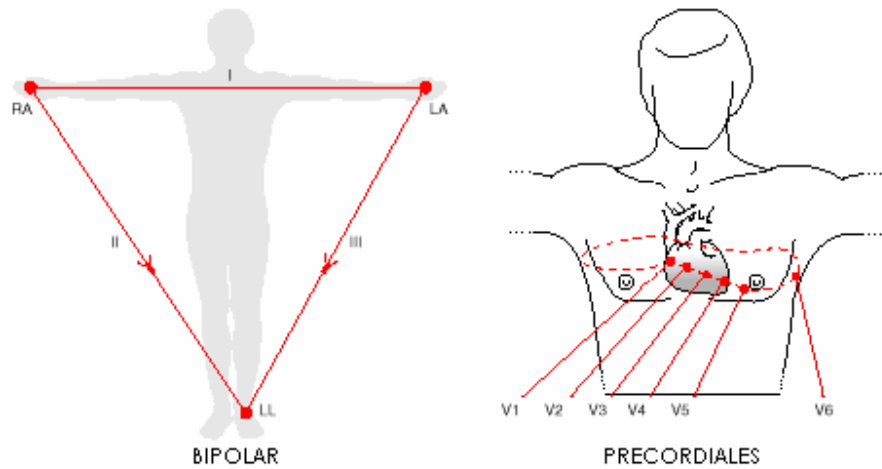


Figura 28. Configuración electrodos¹⁵.



b. Equipo de laboratorio Clínico

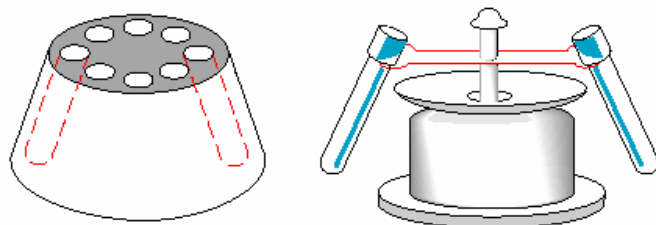
Centrífuga

La centrífuga (ver Fig. 29) aplica la fuerza centrípeta para separar partículas suspendidas en líquidos o para separar líquidos de diferentes densidades. El equipo tiene un sistema eléctrico que regula el tiempo y la velocidad seleccionada del motor, el rotor debe generar o tener una angulación por las fuerzas que se presentan como vemos en la figura 30.

Figura 29. Centrífuga.



Figura 30. Rotor fijo y móvil.



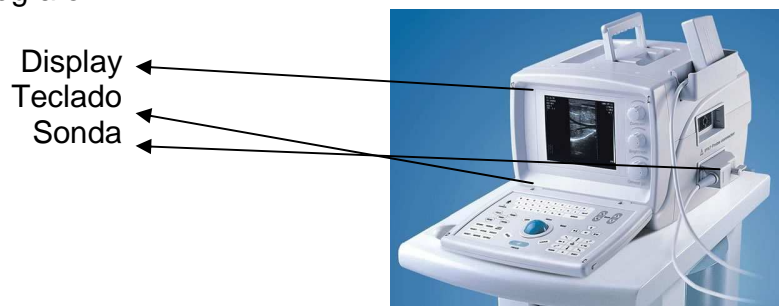
¹⁵ ECRI. Health care product comparison system. CD informativo

c. Equipos de Ultrasonido

Los equipos considerados de mediano riesgo son los sistemas de ultrasonido para diagnóstico como son el ecógrafo, ecocardiógrafo, otros sistemas de ultrasonido son los utilizados en terapia, pero, son considerados de bajo riesgo y por no son activos principales para un hospital, por lo tanto presentamos un equipo de diagnóstico gineco-obstétrico como ejemplo para la presente monografía.

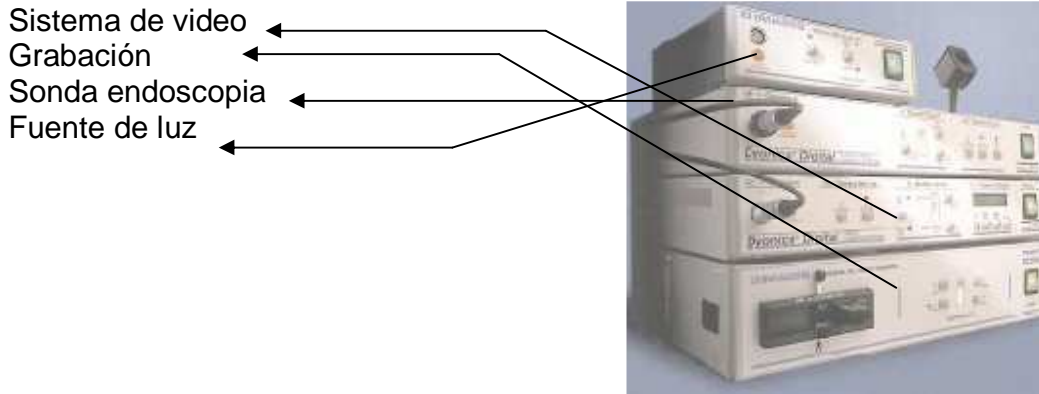
Ecógrafo: El ecógrafo (ver Fig. 31) muestra imágenes de dos dimensiones de tejido blando para exámenes abdominales y gineco/obstétricos. El equipo utiliza un transductor con uno o más elementos piezoeléctricos que convierte una señal eléctrica en energía ultrasónica que se transmite por los tejidos, es refractada por estos, el transductor lo reconvierte en señal eléctrica y se dibuja la gráfica en la pantalla.

Figura 31. Ecógrafo.



d. Endoscopios: El sistema de video endoscopia (ver Fig. 32) da una imagen real del interior del cuerpo humano durante procedimientos endoscópicos de diagnóstico y terapéuticos, permitiendo el almacenamiento y manipulación electrónica de la imagen. Los principales componentes de la detección de la imagen son los endoscopios, adaptador de la cámara, procesador de video y fuente de luz de fibra óptica.

Figura 32. Sistema de video endoscopia.



2.3.3 EQUIPOS DE BAJO RIESGO

Bajo riesgo, equipo cuya falla o mal uso no tiene una consecuencia grave sobre el paciente. Incluyen:

- Cortador para yeso
- Camas eléctricas
- Termómetros eléctricos
- Otoscopios/ofthalmoscopios
- Nebulizadores
- Mesa quirúrgica

Debido a lo extenso que sería enumerarlos uno a uno a continuación se presentan los más usados (de tipo portátil) por el hospital en consulta externa y Urgencias, mas sin embargo no significa que estemos excluyendo alguno.

- a. Tensiómetro (ver Fig 33): Este equipo se utiliza para tomar la presión arterial, es netamente mecánico. Se utiliza principalmente en los consultorios.

Figura 33. Tensiómetro.



- b. Equipo de órgano de los sentidos (ver Fig. 34): El médico utiliza este equipo para verificar los sentidos de la vista y el oído, por medio de una luz focalizada a través de un lente.

Figura 34. Equipo de Órganos.

Otoscopio

Oftalmoscopio



- c. Laringoscopio (ver Fig. 35)

Este equipo se utiliza para observar la garganta en la intubación de un paciente, por medio de una luz focalizada.

Figura 35. Laringoscopio.

Mango
Hojas



Antes de continuar, vale la pena recordar que hasta este momento hemos visto la clasificación, unificada de la ECRI de los equipos médicos, según el riesgo hacia el paciente; que nos servirá como base para la organización del mantenimiento del Hospital Local de Tauramena.

3. EL MANTENIMIENTO DEL HOSPITAL LOCAL DE TAURAMENA

El siguiente capítulo tomará las definiciones de empresa y hospital para hacer una comparación y finalmente la propuesta para la organización del mantenimiento del hospital Local de Tauramena:

- Empresa: "es una entidad social que coordina sus actividades para conseguir los objetivos de participación e innovación en el mercado, de responsabilidad social, de rentabilidad, de productividad, de gestión y de formación, mediante la utilización de recursos humanos y materiales, con el fin de satisfacer una necesidad, produciendo un bien u ofreciendo un servicio"
- Hospital: "El Hospital es un conjunto de elementos humanos, materiales, y tecnológicos organizados adecuadamente para proporcionar asistencia Médica: preventiva, curativa y rehabilitación, a una población definida, en las condiciones de máxima eficiencia y de óptima rentabilidad económica. El trabajador y el paciente deben permanecer en condiciones óptimas garantizadas por el diseño y Mantenimiento adecuado de las instalaciones del Hospital, que a su vez tendrá que estar dentro de una Organización Sanitaria superior y comprenderá la formación de personal sanitario, así como la investigación y desarrollo".

Haciendo un paralelo entre las definiciones de Empresa y Hospital, encontramos puntos comunes como los que a continuación se indican:

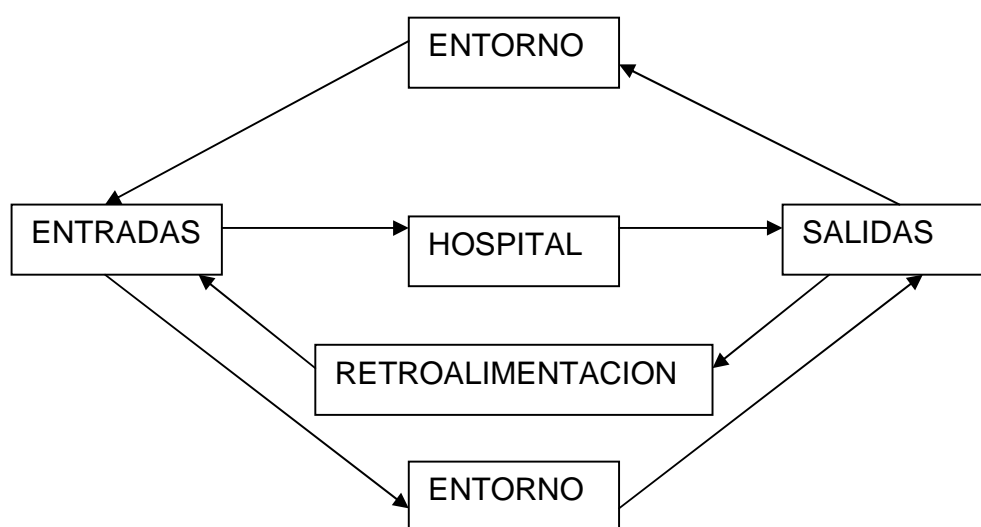
- Conjunto de elementos humanos y materiales.
- Organización adecuada.
- Asistencia médica Ofrece un servicio.
- Productividad Máxima eficiencia.
- Formación De personal sanitario.
- Investigación y desarrollo Innovación.
- Actividades Coordinadas

En el hospital se da un proceso productivo (diagnóstico y tratamiento, docencia, investigación, administración, mantenimiento, etc.), y productos y servicios perfectamente definibles. Y existe un mercado al cual se le prestan esos servicios y se le brindan esos productos. En el caso del hospital público, el Estado recauda recursos a través de los impuestos a los ciudadanos, y dedica una parte de ellos al sostenimiento del hospital, para que éste preste unos servicios a una población

determinada. Por este trabajo recibe un presupuesto para mantener su actividad y desarrollarse.

El hospital público también posee, al igual que toda empresa un capital, constituido por recursos físicos, inventariables (edificios, equipamiento, etc.) y recursos fungibles o no inventariables. Y tiene además un activo fundamental en las empresas de servicios: recursos humanos, que en la disposición de sus particulares servicios, muchas veces constituye su insumo único. Dando lugar a la conclusión que el Hospital es una Empresa compleja cuya dedicación es la Asistencia Médica o Atención de Servicios de Salud, enmarcado dentro de un Sistema retroalimentado como el que se muestra en la figura 36.

Figura 36. Hospital como empresa. Sistema retroalimentado.

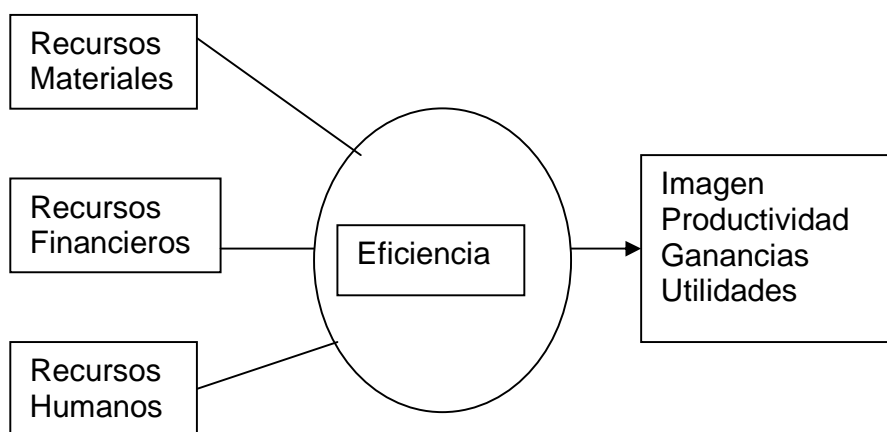


Como se aprecia en la figura anterior hay un entorno y hay que tener en cuenta que en este entorno encontramos las entidades de vigilancia y control a nivel nacional como lo son Ministerio de Protección Social, la Superintendencia de Salud, y la secretaria de salud regional. Así también las diferentes leyes y regulaciones nacionales clasifican al Hospital Local de Tauramena como un Hospital de segundo nivel donde se permite tener los servicios de consulta externa, y hasta mediana cirugía. Las entradas son los recursos humanos (trabajadores y pacientes) Recursos físicos (instalaciones, infraestructura equipamiento, presupuesto) y finalmente medicinas. En la salida encontramos lo que es el paciente mejorado o fallecimiento del paciente

Por lo anterior y como en todas las organizaciones y empresas, también cumple la máxima, referida a la necesidad de tres entradas, una serie de procesos y una o varias salidas (ver fig. 37). Y el control de la **Gestión de la Calidad Total (GCT)**,

en los procesos fundamentales (**Gestión de Recursos Humanos, Gestión de Recursos Materiales, Gestión de Recursos Financieros**) es fundamental para lograr el cumplimiento de los requisitos que imponen los clientes, tanto internos como externos.

Figura 37. Entradas y resultados de la organización.



Donde nos enfocaremos para el desarrollo del presente trabajo es en los recursos materiales, es decir, los activos del Hospital Local de Tauramena específicamente los activos de equipamiento Biomédico. Y donde es necesario que para el cumplimiento de la Gestión de la calidad para nuestro contexto de equipos médicos debe ser basados en la Norma Técnica Colombiana NTC-10012.

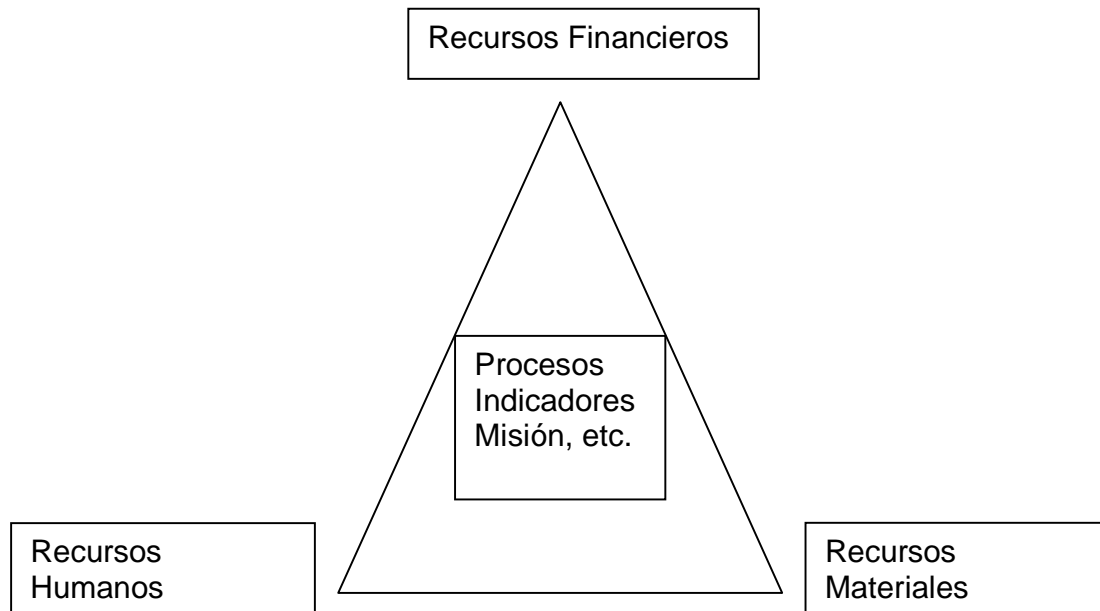
La siguiente propuesta para la organización del mantenimiento del hospital local de Tauramena se basa en técnicas de análisis de riesgo y con un enfoque organizacional hacia el usuario y/o paciente a través de un sistemático y ordenado desarrollo, control y dirección de un programa de mantenimiento para el equipo Biomédico garantizando su operación segura a máximas prestaciones y a costo efectivo.

Seguir manteniendo una gestión de mantenimiento correctivo de emergencia, presenta un gran malestar entre los pacientes y especialistas médicos por los retrasos que se producen en los procedimientos.

Como decíamos anteriormente el hospital visto como una empresa donde tenemos unas entradas (recursos) y esperamos obtener una salida. Podemos comprender

mejor las posibles relaciones que pueden existir entre los recursos. En el centro debe estar el objetivo del análisis, que puede (o debe) tener una fuerte relación con la **Misión/Visión** de la Empresa como se aprecia en la figura 38.

Figura 38. Entradas de una organización Funcional.¹⁶

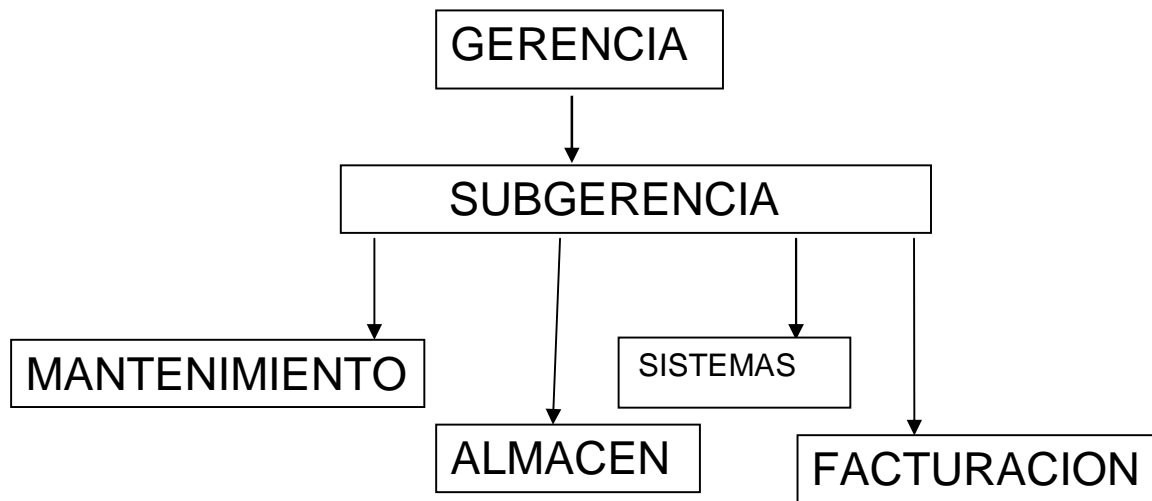


Nuestra situación actual es mostrada en la figura 38 donde el mantenimiento de los recursos materiales es altamente reactivo, además de la localización geográfica del hospital que implica que los tiempos se extiendan; Las áreas asistenciales del hospital para cada vez que se daña un equipo y/o hay una reparación locativa, proceden a llamar al técnico del hospital y si esta en capacidad de hacer la reparación la efectúa dependiendo de su nivel de complejidad y disponibilidad de repuestos. Cuando el equipo medico que presento la falla es de alta complejidad se remite a una por outsourcing a una empresa que le haga la reparación, donde por lo general el equipo es remitido y tomando tiempo y dinero en los costos que generan y en ocasiones demorando mucho su reparación.

Con el modelo gerencial se propone disminuir estos mantenimientos correctivos de emergencia y establecer un programa de mantenimiento con todos sus registros y que sea capaz de hacer mejoramiento continuo. En la figura 39 observamos el organigrama del mantenimiento.

¹⁶ Tomada de Congestion con permiso del Ing. Erol Isaac Zabiski

Figura 39. Organigrama de mantenimiento.



3.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO PROPUESTOS.

3.1.1 Mantenimiento Correctivo¹⁷.

Es el trabajo realizado sobre un equipo o parte para restaurar su estado operacional. No es planificado, se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario, el operador del equipo o el personal que realiza el mantenimiento programado.

3.1.2 Mantenimiento Preventivo¹⁸.

Normalmente incluye las inspecciones periódicas de instrumentos y equipos, haciendo las tareas de limpieza lubricación, ajustes, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos que pudieran fallar alterando el estado operacional del equipo antes de la próxima inspección.

3.1.3 Mantenimiento autónomo.

Representan una óptima división de responsabilidades entre los departamentos administrativos y mantenimiento al llevar a cabo las actividades de mantenimiento y mejora.

- Limpieza inicial. Completamente remueve polvo y contaminantes del equipo.

¹⁷ Memorias II congreso Latinoamericano de Ingeniería biomédica, Habana 2001 , mayo 23 a 25

¹⁸ Memorias II congreso Latinoamericano de Ingeniería biomédica, Habana 2001 , mayo 23 a 25

- Elimine fuentes de contaminación y áreas inaccesibles. Elimine la fuente de polvo y tierra, mejore la accesibilidad de áreas que son difícil de limpiar y lubricar, reduzca el tiempo para limpieza y lubricación.
- Estándares de limpieza y lubricación. Seleccione los estándares para limpieza, lubricación y fijación que serán fácilmente mantenidos en intervalos cortos, el tiempo requerido para el trabajo diario/periódico debe ser claramente especificado.
- Inspección general. Conduzca el entrenamiento sobre las destrezas de acuerdo con los manuales de inspección, encuentre y corrija defectos menores en inspecciones generales, modifique el equipo para facilitar la inspección.
- Inspección autónoma. Desarrolle y use la lista de verificación para mantenimiento autónomo (estandarice limpieza, lubricación e inspección para fácil aplicación).
- Organización y mantenimiento del lugar de trabajo. Estandarice varios elementos del lugar de trabajo, para mejorar la eficacia del trabajo, calidad del producto y la seguridad del ambiente: reduzca los tiempos de preparación y ajuste, elimine el trabajo en proceso. Estandarice el manejo de materiales en el taller. Colecte y registre datos para la estandarización. Controle los estándares y procedimientos para materias primas, trabajo en proceso, productos, partes de repuesto, dados, plantilla, y herramientas.
- Implemente el programa de mantenimiento autónomo completamente. Desarrolle metas para la compañía, comprometa en actividades de mejora continua, mejore el equipo basado en el registro del análisis de MTBF (Mean Time Between Failures).

3.2 RECURSOS HUMANOS PARA UN SERVICIO ÓPTIMO.

En este rubro se hace necesario considerar que la captación de personal para el Servicio de Mantenimiento debe ser de un nivel tal que garantice su empleo en tareas técnicas de Mantenimiento; si bien es cierto que la tecnología en equipos hospitalarios se desarrolla a una gran velocidad, no es menos cierto que los Recursos Humanos no se desarrollan en los mismos niveles en nuestro País

Las competencias laborales son: para el Ingeniero con habilidades en electrónica, mecánica y experiencia en equipo medico. El técnico habilidades en localización de fallas y experiencia en equipo medico con un nivel de escolaridad adecuado, para trabajar en equipo y estar orientado a resultados. Partiendo de una definición bastante aceptada de competencias, **podemos entender a las competencias como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes verificables, que se aplican en el desempeño de una función productiva.** Las

competencias laborales que el ingeniero debe poseer además de las mencionadas anteriormente:

- Trabajo en equipo
- Facilidad de expresión con personal técnico y no técnico.

Como referencia se menciona el número promedio de personal necesario para el Mantenimiento de un hospital de segundo nivel como lo es el hospital local de Tauramena tomando en cuenta que no se han considerado en la relación, los Operadores de Casa de Fuerza, Chóferes, etc., que no realizan tareas propias de Mantenimiento.

Hospital entre 51 y 120 camas: (8 personas)

- 1 Ing. Jefe de Departamento.
- 1 Técnico de Equipo médico.
- 1 Técnico electromecánico.
- 1 Plomero albañil.
- 1 Carpintero pintor.
- 2 auxiliares.
- 1 secretaria.

Adicionalmente el Ingeniero debe desarrollar un programa de desarrollo por competencias para todo el personal encargado a su departamenteo y así permitir un mejoramiento continuo.

3.3 RECURSOS FISICOS PARA EL MANTENIMIENTO

Es indudable que para brindar un buen servicio de Mantenimiento es necesario contar con la infraestructura adecuada en cada caso, herramientas, repuestos, y materiales que por su característica de uso en experiencias anteriores de Mantenimiento Hospitalario, deban ser garantizadas en el espacio adecuado de Planta Física (Talleres) y de Almacenamiento respectivamente. No está demás mencionar que en el equipamiento considerado no debe faltar equipos como torno, taladro, equipo de soldadura, bancos de trabajo, compresor de aire, juego de herramientas para electricidad, electrónica, equipos de mediciones mecánicas y eléctricas, mobiliario y equipos de oficina. En el caso de stock de repuestos, no debe olvidarse que en el proceso de compra de los equipos debe considerarse un número de repuestos que garanticen su funcionalidad durante un lapso determinado (10 años por ejemplo), posteriormente se establecerán listados de stock de repuestos mínimos de acuerdo a la cantidad de equipos y tipo de Hospital a los que se les dará Mantenimiento.

3.4 RECURSOS FINANCIEROS PARA EL MANTENIMIENTO

Nos hemos referido anteriormente a los términos económicos del Mantenimiento, con lo cual se lograría, muy por encima de la eficacia, la eficiencia del Servicio; pero, para el cumplimiento del rol asignado es que se debe garantizar el Presupuesto correspondiente. Actualmente se tiene asignado por ley que debe ser del 5%, pero esto tiene que cambiar de alguna manera y hay que empezar un cambio desde ya. Mientras se llega por completo a ese cambio es necesario optimizar los recursos existentes, minimizando el riesgo.

Mención aparte merece la utilización de personal propio para el Mantenimiento de ciertos equipos complejos, o el contrato con terceros para realizar dicho servicio, esta decisión es nada mas una pregunta de economía.

Un avance para la mejor utilización del recurso financiero, seria el de controlar diariamente los gastos del Mantenimiento, para garantizar que no estamos excediendo el Presupuesto asignado. Igualmente se debe controlar los gastos de operación diaria utilizando parámetros reales de consumo

4. SISTEMA DE INFORMACION.

Es un sistema de gestión y en este caso establece en primera instancia la prioridad del equipamiento teniendo en cuenta su riesgo. Su función fundamental es gestionar el mantenimiento.

Una excelente gestión para el mantenimiento de Equipo Biomédico solo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye. Porque, además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento.

Todo sistema de organización e información necesita establecer el nivel al cual se piensa manejar la información. Por ejemplo: a la gerencia seguramente no le interesa saber cuales son las ordenes de trabajo para hoy, pero si cuanto se ha invertido en repuestos y mantenimientos externos y cual es el equipo que más a participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea realizar diagnósticos certeros sobre el estado de un equipo.

Disponer de un sistema para controlar el mantenimiento de una institución, es instrumentarlo de forma manual. Esto permitirá conocer como funciona y realizar los ajustes pertinentes. Posteriormente, se automatizará.

El sistema recomendado se basa en los siguientes elementos:

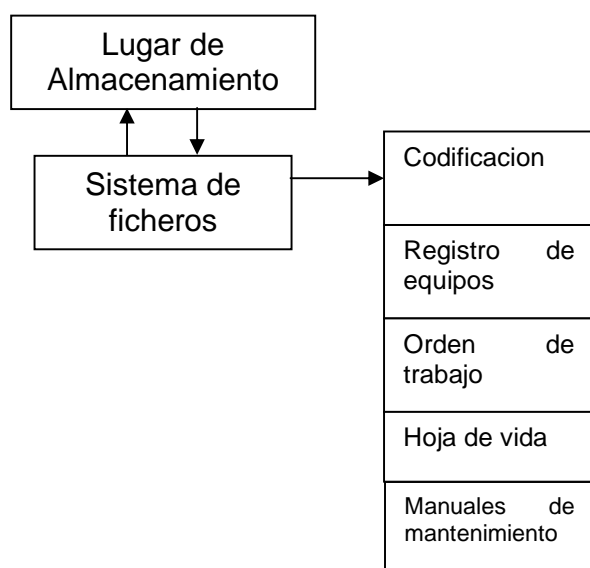
- Determinación clara de las responsabilidades de los encargados del mantenimiento. Para Nuestra propuesta el Ingeniero del departamento de Mantenimiento será el responsable de hacer los informes al gerente de recursos físicos para que el pueda elaborar el informe final a la gerencia del Hospital.
- Presentación visual de las actividades, su duración y los progresos alcanzados, los cuales se logran cumpliendo una serie de pasos previos, que pueden y deben implementarse progresivamente, para así evitar exceso de carga de trabajo sobre el personal involucrado, e incrementos de costos no controlados.

Los elementos de un sistema de información necesarios para el mantenimiento de Equipo Biomédico son:

- Codificación: Establecer un código para la totalidad de los Equipos Biomédicos, los servicios o unidades y los insumos y repuestos, es una necesidad para la organización del mantenimiento.
- Estándares de mantenimiento: Elaborar listas básicas de inspección y mantenimiento preventivo que se realizan en cada equipo con determinada frecuencia. Cuando el sistema de información esta automatizado estas actividades deben ser codificadas.
- Registro de equipos: Es el documento que identifica, ubica y describe completamente el equipo. Se llama también ficha técnica, lo ideal es que este registro contenga toda la información técnica del equipo que sea útil para las actividades el mantenimiento.
- Orden de trabajo: Es la planificación y programación de un mantenimiento para un equipo. Se generan de dos maneras: por una solicitud de servicio o por la emisión según la programación de mantenimiento.
- Hoja de vida: En ella se hace la recopilación histórica de los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos. Sirve de puente entre la acción del mantenimiento y el diagnostico y análisis de fallas. Para que este documento tenga éxito en la gestión del mantenimiento es necesario una permanente actualización y utilización, de lo contrario se vuelve letra muerta. La política fundamental del registro en la hoja de vida es: registrar solamente lo prioritario, pues de lo contrario se llenan registros con información inservible.
- Manuales de mantenimiento: los manuales de mantenimiento comunican los procedimientos y adiestran al personal en las técnicas para el manejo de nuevos equipos. Tipos de manuales:
 - Manuales de procedimientos: describe los métodos para llevar a cabo tareas específicas, contiene ilustraciones, formatos, formularios de organización y diagramas de flujo para seguir los procedimientos de las rutinas administrativas.
 - Manuales de organización: determina las obligaciones de las personas, sus cargos dentro de la organización y delimita su autoridad y responsabilidad para evitar interferencias con otras dependencias y duplicación posible de esfuerzos.
 - Manuales de instrucciones: contiene las disposiciones vigentes en la institución, escribiendo lo que hay que hacer en cada caso para que las personas actúen de acuerdo con las normas y reglamentos vigentes.
 - Manuales técnicos: contienen una descripción de los equipos. Instrucciones para su preparación inicial, su funcionamiento, su operación, mantenimiento y reparación. Contienen también una lista de piezas con sus posibles problemas. Debe ser suministrados por el fabricante.

En la figura 40 se muestra el esquema del sistema de información para el hospital local de tauramena.

Figura 40. Esquema del sistema de información.



4.1 INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO.

En la actualidad debido a la falta de personal encargado y responsable en el mantenimiento de equipos médicos no se maneja otro indicador del mantenimiento además del costo del mantenimiento de estos equipos. Siendo los indicadores de gestión una herramienta que facilita la evaluación de las actividades del mantenimiento, permiten la toma de decisiones y establecimiento de metas, ayuda en la creación de informes concisos y específicos formado con tabla de índices, algunos de los cuales deben ir acompañados de sus respectivos gráficos, proyectados para un fácil análisis y adecuado a cada nivel de gestión.¹⁹

De una manera practica se propone que el Ingeniero del departamento establezca la planificación del mantenimiento preventivo y utilice en primera estancia el indicador de mantenimiento planificado Vs. Mantenimiento ejecutado y poco a poco de acuerdo al entorno (recurso Humano, financiero y fisico) se implementen:

- **Por ciento de completamiento del mantenimiento preventivo**

Definición: Cociente entre las actividades de mantenimiento preventivo programadas entre las realmente ejecutadas.

- **Tiempo de Cambio de estado (TAT).**

Definición: Es el tiempo en horas que transcurre desde la solicitud del servicio hasta la reparación final

¹⁹ TAVARES, Augusto. Administración moderna del mantenimiento. 2003

- **Tiempo de respuesta**

Definición: Es el tiempo en horas que transcurre desde la solicitud del servicio hasta que se empieza a realizar la intervención

- **Downtime**

Definición: Es una cantidad de tiempo determinada que el equipo está fuera de funcionamiento y no puede realizar las funciones primarias, que por las condiciones de diseño el debe realizar. También se puede expresar como una razón entre las horas de trabajo que debe realizar en un período determinado de tiempo y las que realmente realiza (7 días/ semana, 6 horas/día).

- **Reparaciones repetidas**

Definición: Número de reparaciones del mismo tipo que se le realizan a un equipo específico en un intervalo de tiempo determinado (por ejemplo 2 reparaciones en 15 días).

- **Costos totales. (o Costos por cama)**

Definición: cama = cama licenciada por el hospital o cama ocupada. Suma de todos los costos del servicio dividido por el número de camas del hospital.

- **Horas consumidas por tipo de servicio o por orden de trabajo**

Definición: Es el número de horas consumidas en las actividades de mantenimiento que están registradas en las órdenes de trabajo.

- **Órdenes de trabajo/ número de equipos atendidos**

Definición: Ordenes de trabajo = Número de OT completadas en un período de tiempo determinado, incluye mantenimiento preventivo y correctivo.

Equipos atendidos = el número total de equipos que se la ha realizado Mantenimiento

- **Reparaciones terminadas/ equipos serviciados**

Definición: Solicitud de reparaciones = es el número de solicitud de reparaciones recibidas en el departamento durante un período de tiempo determinado

Equipos atendidos = El número total de equipos atendidos

- **Horas totales de mantenimiento por equipo**

Definición: Hora = Horas totales en mantenimiento (preventivo + correctivo)

Equipos = equipos que tengan que ver directamente con los cuidados del paciente y todos los que estén bajo la responsabilidad del departamento de mantenimiento

- **Costo de mantenimiento/ total de equipos**

Definición: Costo = Costo total del departamento en mantenimiento.

Equipos = El total de equipos que están bajo la atención del departamento de mantenimiento.

- **Rata de fallas en comparación con las horas de mantenimiento**

Definición: Rata de fallas: De manera simplificada se puede tratar como el número de roturas en un intervalo de tiempo determinado.

Horas de mantenimiento: Tiempo empleado en las labores de mantenimiento (preventivo + correctivo)

- **Costo del servicio/costo de adquisición**

Definición: Costo del servicio = Costo de todos los tipos de servicios (departamento, fabricantes, terceras partes)

Costo de adquisición = Costo del equipo en el momento de su compra.

- **Productividad del personal**

Definición: Sumatoria de los tiempos de las actividades de mantenimiento reales, Sumatoria de los tiempos de las actividades de mantenimiento estándares.

- **Utilización del parque de equipos**

Definición: Por ciento de equipos que se encuentran fuera de servicio frente al número total de equipos

- **Cantidad de Solicitudes verdaderas**

Definición: Número de reportes de averías que realmente resultaron en mantenimientos correctivos

- **Disponibilidad técnica.**

Definición: Número Tiempo de trabajo de un equipo/tiempo de parada programada + no programada

- **Cantidad de intervenciones**

Definición: Número de intervenciones en un período de tiempo determinado. Estos indicadores se establecerán tres niveles fundamentales, centro de costo, por equipo y a nivel de institución

4.2 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO

Después de tener nuestro informe de gestión, se analizan los indicadores observando los puntos más débiles a mejorar, elabore un plan de medidas para optimizar su eficiencia económica, preséntelo a la dirección del hospital. A

continuación se presenta en la figura 39 el ciclo PDCA (o PHVA) aplicado al hospital

Paso 1. PLANEAR. Sector P. Partiendo de nuestra información recolectada y datos que tenemos:

1. Objetivo. Organizar el Departamento de mantenimiento del Hospital Local de Tauramena, para mejorar la prestación del servicio de los usuarios, logrando así un esquema organizado, planificado del mantenimiento del Hospital y cumplir ante las entidades de control y verificación Nacionales como lo es la Superintendencia de salud

2. Datos. La falta de documentación de manuales como de Hojas de vida, fichas técnicas la falta de Un Ing. Capacitado para organizar el Mantenimiento del Hospital, actualmente la subgerencia esta sobre saturada de trabajo. Para tal fin es necesario tener un inventario del equipamiento Biomedico del Hospital síntomas que son los que se muestran a continuación:

3. Diagnóstico. Los mantenimientos son correctivos y la mayoría de las veces el mantenimiento no se hace in-situ si no que es realizado por un tercero usualmente en Bogota, lo que hace que el equipo este demasiado tiempo fuera del Hospital y fuera del servicio volviendo lenta la prestación de servicios al usuario final

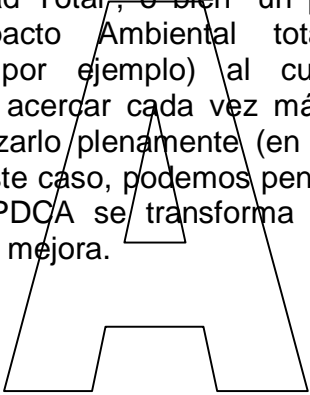
Paso 2. HACER. Sector D. Se propone a la gerencia del Hospital de disponer De los recursos humanos, físicos y financieros. y junto con esta colaboración para poner en Marcha el Proyecto

Paso 3. CHEQUEAR (CHECK). Sector C. Una vez realizada la acción e instaurado el cambio, se debe verificar. Ello significa observar y medir los efectos producidos por el cambio realizado al proceso, sin olvidar de comparar las metas proyectadas con los resultados obtenidos chequeando si se ha logrado el objetivo del previsto.

Paso 4. ACTUAR (ACTION). Sector A. Para terminar el ciclo se deben estudiar los resultados desde la óptica del rédito que nos deja el trabajo en nuestro "saber hacer" (know-how)

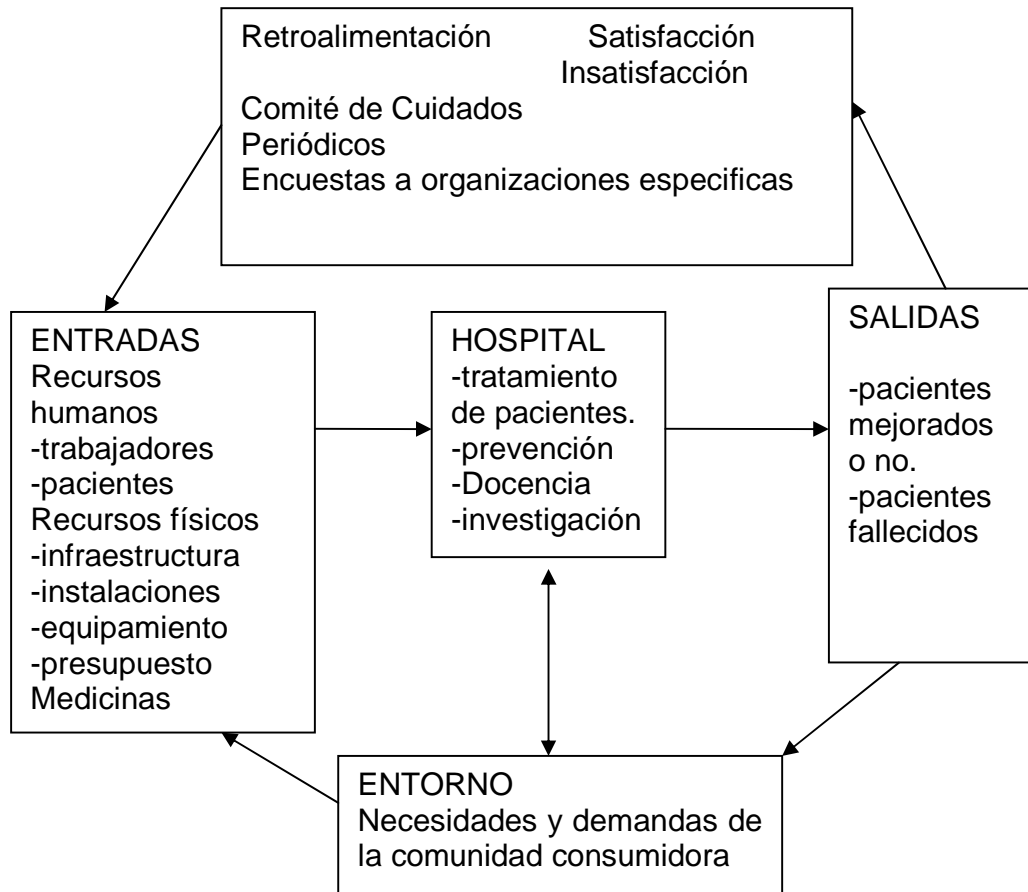
En este punto hemos concluído el ciclo, pero por tratarse de un proceso "de mejora continua", debemos pensar que existe un "objetivo superior" (como ser "la Calidad Total", o bien "un proceso con Impacto Ambiental totalmente neutro", por ejemplo) al cual nos podemos acercar cada vez más, pero sin alcanzarlo plenamente (en un 100 %). En este caso, podemos pensar que el ciclo PDCA se transforma en una espiral de mejora. Ver tabla 4

Tabla 4. Ciclo PDCA

| | |
|---|--|
| <p>A. Para terminar el ciclo se deben estudiar los resultados desde la óptica del rédito que nos deja el trabajo en nuestro "saber hacer" (know-how)</p> <p>En este punto hemos concluído el ciclo, pero por tratarse de un proceso "de mejora continua", debemos pensar que existe un "objetivo superior" (como ser "la Calidad Total", o bien "un proceso con Impacto Ambiental totalmente neutro", por ejemplo) al cual nos podemos acercar cada vez más, pero sin alcanzarlo plenamente (en un 100 %). En este caso, podemos pensar que el ciclo PDCA se transforma en una espiral de mejora.</p>  | <p>P. Partiendo de nuestra información recolectada y datos que tenemos:</p> <p>1. Objetivo. Organizar el Departamento de mantenimiento del Hospital Local de Tauramena, para mejorar la prestación del servicio de los usuarios, logrando así un esquema organizado, planificado del mantenimiento del Hospital y cumplir ante las entidades de control y verificación Nacionales como lo es la Superintendencia de salud</p> <p>2. Datos. La falta de documentación de manuales como de Hojas de vida, fichas técnicas la falta de Un Ing. Capacitado para organizar el Mantenimiento del Hospital, actualmente la subgerencia esta sobre saturada de trabajo. Para tal fin es necesario tener un inventario del equipamiento Biomedico del Hospital síntomas que son los que se muestran a continuación:</p> <p>3. Diagnóstico. Los mantenimientos son correctivos y la mayoría de las veces el mantenimiento no se hace in-situ si no que es realizado por un tercero usualmente en Bogota, lo que hace que el equipo este demasiado tiempo fuera del Hospital y fuera del servicio volviendo lenta la prestación de servicios al usuario final</p> |
| <p>C. Una vez realizada la acción e instaurado el cambio, se debe verificar. Ello significa observar y medir los efectos producidos por el cambio realizado al proceso, sin olvidar de comparar las metas proyectadas con los resultados obtenidos chequeando si se ha logrado el objetivo del previsto.</p> | <p>D. Se propone a la gerencia del Hospital de disponer De los recursos humanos, físicos y financieros. (vease numarales 4.3, 4.4, y 4.5) y junto con esta colaboración para poner en Marcha el Proyecto</p> |

Como se mencionaba anteriormente se una vez cumplido el objetivo se deben establecer objetivos superiores y para que en nuestra organización empecemos a manejar el concepto de Calidad Total es por eso que la figura 41 nos muestra otros factores que se pueden involucrar una vez se halla alcanzado el propuesto.

Figura 41. Ciclo de mejora continua, Hospital Local Tauramena.



5 CONCLUSIONES

- La gestión del mantenimiento de Equipo Biomédico da un respaldo enorme para el desarrollo de estrategias en el mejoramiento del mantenimiento y los datos necesarios para demostrar que el desarrollo de la gestión en el mantenimiento esta dando resultados.
- Desarrollar una estructura organizacional en el mantenimiento de equipo Biomédico ayuda a una buena gestión, minimizando las paradas de equipos y dando respuestas oportunas a mantenimiento de emergencia.
- Manteniendo un estricto control sobre la gestión del mantenimiento se puede estudiar y evaluar la vida útil de los equipos biomédicos, asegurando su perfecto estado, y la calidad de los servicios ofrecidos.
- Se sale del esquema común, en el cual la tecnología se encuentra en un eje determinado por las ciudades más importantes del país, y llevar este conocimiento a los sectores mas apartados de nuestra región.
- Los modos de gestión que se aplican al Mantenimiento de Equipo Biomédico son el mantenimiento preventivo, la inspección y el correctivo.
- El desarrollo del modelo gerencial aplicado a una institución de salud lleva un arduo trabajo y se necesita de mucho tiempo y dedicación para poder mostrar unos resultados satisfactorios a los clientes.

BIBLIOGRAFÍA

BOTERO BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo. Postgrado en Gerencia de Mantenimiento, UIS, 2003

Colombia. Ministerio de Salud. Decreto numero 2309 : Por el cual se define el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud. Bogotá, 2002.

Colombia. Ministerio de Salud. Decreto 1769 : Por el cual se reglamenta el artículo 90 del Decreto 1298 de 1984. Bogotá, 1994.

Congreso de Colombia. Ley 100 de 1993 : Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones. Bogotá, diciembre 23 de 1993.

ECRI. CD informativo: Healthcare product comparison system. Estados Unidos, 1999.

GONZALEZ, Carlos Ramón. Principios de mantenimiento. UIS, 2002

RODRÍGUEZ, Ernesto, MIGUEL, Ángel, SÁNCHEZ, M. C. Gestión de Mantenimiento para Equipo Médico. En: II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. La Habana, Cuba. 2000

TAFUR Calderón, Luis Alberto M.D. El sistema de salud de Colombia después de la Ley 100. En: Revista Colombia Médica. Vol. 27 1996; pp. 44-7.

TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Modulo de Organizaciones del Mantenimiento. Postgrado en Gerencia del Mantenimiento. UIS, 2003

TAVARES, Augusto. Administración moderna del mantenimiento. www.mantenimientomundial.com, 2003

Colombia. Ministerio de Salud. Resolución numero 5039 : Por la cual se desarrolla el Artículo 88 del Decreto 1298 de 1994 Estatuto Orgánico del Sistema General de Seguridad Social en Salud. Bogotá, 1994.