

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS EN CENTROS
QUIRURGICOS**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

FERNANDO GAUDENCIO, VIVANCO ZACARIAS

**PROMOCIÓN
1995 - I**

**LIMA – PERÚ
2006**

**MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN
CENTROS QUIRÚRGICOS**

DEDICATORIA

El presente informe de suficiencia la dedico a mis padres, al permanente apoyo que me brindaron para alcanzar mis metas como un profesional.

También un especial agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería y a mi Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica que con su línea de enseñanza exigente y reconocida, forjan profesionales de un nivel competitivo a nivel nacional, que fue la que me sirve de guía para mi desenvolvimiento profesional.

SUMARIO

Este informe de Ingeniería tiene por finalidad dar a conocer pautas a tomarse en cuenta en las labores y actividades que se realizan en un Centro Quirúrgico de un Hospital Nacional del Seguro Social.

Estas pautas están referidas al diseño en la distribución de las diferentes áreas de un Centro Quirúrgico para un óptimo funcionamiento, así también se pone énfasis en la programación y ejecución de actividades de mantenimiento de los diferentes equipos que posee un Centro Quirúrgico.

Para la aplicación de estas pautas, es necesario tener conocimiento del funcionamiento de los principales equipos que se usan y su aplicación e interacción con los pacientes.

Así también este trabajo nos muestra diferentes indicadores de mantenimiento, que se toman en cuenta en las decisiones y su aplicación de estrategias, para mejora y desempeño de los equipos biomédicos.

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN

1.1	Consideraciones Previas	3
1.2	Ubicación	5
1.3	Objetivos	5
1.4	Estrategias	6
1.5	Alcances	6
1.6	Conceptualización	7
1.6.1	Gestión Hospitalaria “ El Hospital como Empresa”	7
1.6.2	El Entorno de Mantenimiento	8
1.6.3	Definiciones de Mantenimiento	8
1.6.4	La Gestión del Mantenimiento Hospitalario	9
1.6.5	La Organización del mantenimiento	9
1.7	Diseño de Salas Quirúrgicas	10
1.7.1	Reseña histórica	10
1.7.2	Proyecto de construcción de salas de cirugía	10
1.7.3	Encargado del proyecto	11
1.7.4	Proceso para el desarrollo del proyecto	12
1.7.5	Áreas específicas	12
1.7.6	Área preoperatorio de recibo	12
1.7.7	Sala de cirugía	13
1.7.8	Calentamiento, ventilación y aire acondicionado	15
1.7.9	Iluminación	15
1.7.10	Electricidad	15
1.7.11	Distribución de gases medicinales	16
1.7.12	Equipos de comunicación	16

VII

1.7.13	Seguridad contra incendios	17
1.7.14	Área subestéril	17
1.7.15	Unidad de cuidado post-anestésico	17
1.7.16	Otras necesidades del área quirúrgica áreas de descanso y alimentación	18
1.7.17	Cirugía ambulatoria	19

CAPITULO II.- NORMAS

2.1	Introducción	20
2.2	Definiciones	21
2.2.1	Estándar o norma	21
2.2.2	Código	21
2.2.3	Reglamento	21
2.3	La normalización en el mundo	21
2.4	Sello CE	22
2.5	Las normas ISO 9000	22
2.6	ISO 14000	25
2.7	ECRI	25
2.8	UMDNS 2000	27
2.9	The Food and Drug Administration (FDA)	28
2.10	Prácticas Correctas de Fabricación (PCF)	29
2.11	Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	29
2.12	National Fire Protection Association (NFPA)	30
2.13	The American National Standards Institute (ANSI)	30
2.14	Seguridad Eléctrica	31
2.14.1	Introducción	31
2.14.2	Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica	31
2.14.3	Parámetros susceptibles que afectan a los efectos fisiológicos	34
2.14.4	Distribución de potencia eléctrica	37
2.14.5	Riesgo de descargas (shock) debidas al equipo eléctrico	38
2.14.6	Clasificación de los equipos biomédicos en relación con la Seguridad	41

CAPITULO III .- CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS Y SISTEMAS EN UNA SALA QUIRÚRGICA

3.1	Monitorización de Parámetros	43
3.1.1	Monitorización del Electrocardiograma (ECG)	45
3.1.2	Monitorización de la saturación de oxígeno (SpO ₂)	49
3.1.3	Monitorización de Capnografía (CO ₂)	54
3.1.4	Monitor de temperatura	57
3.1.5	Presión arterial no invasiva	58
3.1.6	Agentes anestésicos Inhalatorios	30
3.2	Equipos Básicos	62
3.2.1	La máquina de anestesia	62
3.2.2	Aspirador de secreciones	66
3.2.3	Mesas de Operaciones	69
3.2.4	Lámparas Cialíticas para cirugías	70
3.2.4	Electrobisturí	73
3.2.5	Vaporizadores	78
3.2.6	Desfibrilador	80
3.2.7	Equipo de endoscopia	82
3.3	Sistemas de gases	84
3.3.1	Aire Comprimido Medicinal	84
3.3.2	Oxígeno (O ₂)	86
3.3.3	Oxido Nitroso (NO ₂)	86

CAPITULO IV .- EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL HNGAI Y DEL CENTRO QUIRURGICO

4.1	Distribución de las salas quirúrgicas por especialidad	87
4.2	Objetivos de mantenimiento en un hospital	88
4.3	Cobertura del equipamiento biomédico en el HNGAI	88
4.4	Evaluación de la operatividad del equipamiento	88
4.4.1	Definiciones de los estados de los equipos	88
4.4.2	Indices de operatividad de los equipos biomédicos del HNGAI y del Centro Quirúrgico	89
4.5	Definiciones de mantenimiento	91

4.5.1	Mantenimiento preventivo	91
4.5.2	Mantenimiento correctivo	91
4.5.3	Ciclo de vida de los equipos	91
4.6	Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM)	92
4.6.1	Finalidad	92
4.6.2	Responsables	92
4.6.3	Aplicación	93
4.6.4	Procedimientos	93
4.7	Programación del mantenimiento de equipos	95
4.8	Conclusiones de la evaluación del sistema de mantenimiento	96

CAPITULO V .- FORMULACION E IMPLEMENTACION DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCION

5.1	El entorno del mantenimiento	98
5.2	Gestión administrativa	99
5.2.1	Reorganización de la estructura del área de Mantenimiento Biomédico	99
5.2.2	Clasificación de los equipos biomédicos	100
5.2.3	Adquisición de instrumentos y simuladores de equipos Biomédicos	109
5.2.4	Definiciones de los materiales para la continuidad operativa de los Equipos Biomédicos	113
5.2.5	Otras actividades relacionadas con las labores de Mantenimiento	114
5.3	Recursos económicos	114
5.4	Recursos físicos	114
5.4.1	Herramientas básicas	115
5.4.2	Maletín de herramientas de cada técnico	116
5.4.3	Uniforme por personal biomédico	116
5.4.4	Instrumentos de medición	116
5.4.5	Sistema de computo	117
5.5	Recursos humanos	117
5.5.1	Perfil del personal	117
5.5.2	Distribución del personal	118

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
ANEXOS	122
Anexo N°1 Gráficos del Centro Quirúrgico	123
Anexo N°2 Cobertura del Equipamiento Biomédicos	127
Anexo N°3 Diversidad de Equipos Biomédicos	129
Anexo N°4 Distribución de los Servicios Asistenciales	131
Anexo N°5 Orden de Trabajo de mantenimiento	134
DIRECCIONES ELECTRONICAS	136
BIBLIOGRAFIA	137

PROLOGO

El presente estudio "Mantenimiento de Equipos Biomédicos en un Centro Quirúrgico", ha sido realizado en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen ESSALUD. El objetivo esencial es el de mejorar el uso del equipamiento biomédico con eficiencia y seguridad en la prestación de servicios de salud, mediante la implementación de mejoras en los procedimientos y actividades de mantenimiento y la aplicación de normas internacionales.

El estudio está organizado en cinco capítulos con el propósito de cubrir con amplitud y didáctica cada uno de los puntos tratados.

En el primer capítulo (Introducción), se dan las generalidades, ubicación del estudio, objetivos, estrategias, conceptualización, alcances o conocimiento en el diseño de salas quirúrgicas a ser utilizadas en el presente estudio, así mismo se definen los conceptos básicos referentes al Mantenimiento Hospitalario.

En el segundo capítulo (Normas), se detalla los conocimientos básicos de normas y su aplicación en una entidad de salud. En este capítulo se muestran las diferentes normas, como son normas de seguridad, normas que se refieren a la calidad en la fabricación de equipos biomédicos, servicios post venta y suministro de repuestos en los equipos biomédicos, ECRI organismo que se encargan de probar diferentes equipos fabricados y dar certificación; estas para su aplicación en el Mantenimiento de equipos biomédicos.

En el tercer capítulo (Conocimientos Básicos del Funcionamiento de Equipos Biomédicos) nos encargamos de detallar los principios de funcionamiento de los diferentes equipos que van a ser usados en un centro quirúrgico, así como una breve descripción electrónica.

En el cuarto capítulo (Evaluación del Sistema de Mantenimiento del HNGAI y del Centro Quirúrgico), se describe la evaluación del área integral del Hospital y se resalta el trabajo que se realiza en un centro quirúrgico, también como se detalla todo el sistema de

mantenimiento, entre estos se cuenta los recursos físicos, económicos y humanos en mantenimiento, esta información es analizada, con la finalidad de obtener los resultados que en forma cuantitativa y cualitativa, nos permitan plantear las alternativas de mejoramiento y solución de la problemática encontrada.

En el quinto capítulo (Formulación de propuestas de mejoramiento e implementación), se pasa a mostrar las mejoras que se han obtenido, luego de la aplicación del modelo propuesto, que si bien es cierto, el tiempo de implementación de las aplicaciones ha sido largo, pero continuando con el modelo en mención se lograrán los objetivos trazados en el inicio del presente estudio.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Consideraciones Previas

La electrónica es la rama científico-técnica que ha hecho las aportaciones más espectaculares en la instrumentación biomédica en los últimos años. La aplicación de la electrónica a las diversas facetas de las ciencias biológicas y médicas ha dado lugar a la consolidación de una serie de disciplinas teóricas y tecnológicas que configuran el campo de la Bioelectrónica. Dicho campo abarca un amplio espectro de disciplinas tales como modelización de sistemas fisiológicos, estudio de señales bioeléctricas, instrumentación biomédica, medios de diagnóstico, monitorización y terapia, sistemas de ayuda funcional, diseño de prótesis electrónicas..etc. La definición de "Bioingeniería" parte del prefijo "bio" que significa vida. La "Bioingeniería" puede subdividirse en diferentes áreas como la bioelectrónica o biomecánica. Luego puede observarse que la Bioelectrónica es la rama de la ingeniería electrónica que se aplica a los seres vivos en lugar de a los componentes físicos (electrónicos). La Bioinstrumentación obtiene medidas de variables fisiológicas de seres vivos para su posterior procesamiento y obtención de resultados que determinan el estado del mismo.

La Bioingeniería es la aplicación de los conocimientos adquiridos por la influencia mutua de la Ingeniería y la Biología de manera que ambas se puedan utilizar de forma más completa en beneficio del hombre.

Se denomina instrumento a cualquier dispositivo empleado para medir, registrar y/o controlar el valor de una magnitud que se desea observar. La instrumentación desde este punto de vista puede considerarse como la ciencia y tecnología del diseño y utilización de los instrumentos. La instrumentación biomédica trata sobre los instrumentos empleados para obtener información de los seres vivos, y también a los destinados a ofrecer una ayuda funcional o a la sustitución de funciones fisiológicas. Existen equipos o instrumentos para diagnóstico, monitorización, terapia, electrocirugía y rehabilitación.

El ingeniero o técnico deben aprender algunas nociones sobre anatomía y fisiología, de forma que ambas disciplinas puedan trabajar en armonía. Por otro lado, el médico suele ser un profesional de ejercicio libre mientras que el ingeniero suele ser un asalariado, dando origen a una diferencia conceptual en el enfoque económico de forma que algunos médicos se resisten a considerar a los ingenieros como profesionales y tienden a situarlos en una posición de subordinación.

Además los ingenieros suelen estar acostumbrados a las medidas cuantitativas precisas, basadas en principios teóricos y pueden encontrar poco prácticos los métodos utilizados por los médicos a menudo empíricos y cualitativos. Dado que el desarrollo y utilización de la instrumentación biomédica debe ser un esfuerzo conjunto del ingeniero y el médico, se deben realizar los mayores esfuerzos por solucionar estos problemas de "comunicación".

El diseño de prototipos, desarrollo, fabricación y venta de nuevos equipos o instrumentos biomédicos es una tarea compleja, cara y que requiere de un proceso largo. No todos los prototipos de equipos pueden utilizarse y muy pocos llegan al mercado superando las pruebas y controles médicos y la burocracia.

En la actualidad, el desarrollo de nuevas ideas es bastante limitado y la mayor parte de los nuevos equipos se basan en productos evolucionados dando origen a un nuevo modelo de un equipo ya existente, aumentando las prestaciones y características del mismo. Un equipo nuevo se basa en un nuevo principio o concepto para solucionar un problema de forma más cómoda reemplazando métodos antiguos.

El Ingeniero es la persona responsable de que un nuevo instrumento médico o aparato funcione adecuadamente. El Ingeniero quien no es necesariamente el inventor debe tener una clara visión del nuevo producto y como debería ser usado. Y lo más importante, esta persona debe tener el compromiso y persistencia para superar los problemas técnicos inesperados. Cada sistema de instrumentación tiene al menos algunos de los funcionales componentes mostrados en la figura 1.1, el flujo primario de información está de izquierda hacia la derecha, elementos y relaciones descritas por líneas punteadas nos son esenciales. La mayor diferencia entre el sistema de instrumentación medica y sistemas de instrumentación convencional es que las fuentes de las señales están en el tejido vivo o en la energía aplicada al tejido vivo.

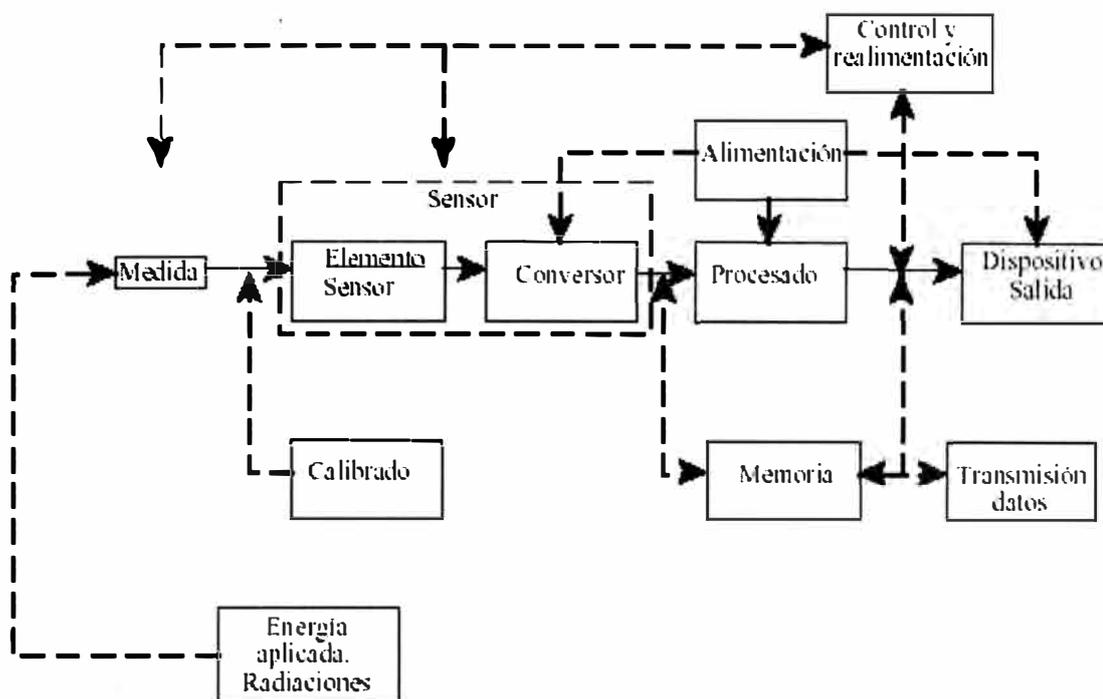


Fig. 1.1 Esquema general de un equipo de instrumentación biomédica

1.2 Ubicación

El presente estudio ha sido desarrollado en el Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen – ESSALUD, en este estudio también se incluye las salas de operaciones del INCOR que funcionan en la misma área, la ubicación es la Avenida Grau N° 800 La Victoria Lima Perú.

1.3 Objetivos

Objetivo Principal.- Mejorar la utilización e un uso eficiente de los equipos médicos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen (HNGAI) en especial del Centro Quirúrgico, optimizando la calidad y eficiencia de la prestación de servicios de salud de ESSALUD, mediante la ejecución de una gestión eficiente en el Mantenimiento de Equipos Biomédicos.

Objetivos Específicos

1. Diseñar un conjunto de acciones organizacionales, técnico - económicas y administrativas con la finalidad de viabilizar la progresiva transformación de la gestión

del mantenimiento hacia la eficacia, garantizando un uso adecuado y una elevada operatividad.

2. Evaluar y determinar el nivel de inversión requerido, para repotenciar o renovar el equipamiento con la finalidad de situarlo en condiciones de óptima disponibilidad operacional.
3. Prolongar la vida económica de los bienes, reduciendo su depreciación y evitar su envejecimiento prematuro o deterioro, que obligue a una renovación no programada con gastos generalmente muy elevados y/o reparaciones costosas que pueden ser evitadas.
4. Programar períodos de mantenimiento preventivo y correctivo del equipamiento a fin de evitar averías imprevistas que priven al personal asistencial de los recursos necesarios para el cabal ejercicio de sus funciones, reduciendo de esta forma los costos de mantenimiento y por ende los costos de atención de servicios de salud.

1.4 Estrategias

Para llevar a cabo la modernización de la Gestión del Sistema de Mantenimiento se establecerán una serie de acciones que estarán enmarcadas en los cuatro entornos que rodean al mantenimiento: Gestión Administrativa, Recursos Económicos, Recursos Físicos y Recursos Humanos.

1.5 Alcances

Dentro del ámbito de aplicación del presente estudio, tendrán los siguientes alcances:

Gestión Administrativa.- Está referido a la organización, planeamiento, programación y ejecución, supervisión y control del mantenimiento. Las acciones propuestas de mantenimiento hospitalario deben estar orientado a:

- Participación en los acuerdos de gestión.
- Organización funcional moderna.
- Informatización del mantenimiento.

Recursos Económicos.- Comprende lo relativo a presupuesto, financiamiento, ejecución y contabilidad del mantenimiento. Las acciones propuestas de mantenimiento hospitalario deben estar orientados a:

- Ejecución presupuestal en forma exclusiva e intransferible.
- Planificación y programación del presupuesto.
- Utilización de centros de costos.

Recursos Físicos.- Comprende la infraestructura e instalaciones, equipamiento y talleres. Las acciones propuestas de mantenimiento hospitalario deben estar orientado a:

- Inventario técnico.
- Equipos e instalaciones críticas.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.

Recursos Humanos.- Indica aspectos relativos a la distribución, nivel académico, capacitación y eficiencia de trabajo. Las acciones propuestas de mantenimiento hospitalario deben estar orientado a:

- Capacitación permanente.
- Adecuado nivel profesional y técnico.
- Incentivos por producción.

1.6 Conceptualización

Teniendo en cuenta los alcances del estudio, y con la finalidad de proponer alternativas de solución a la problemática existente, es conveniente iniciar el estudio, definiendo conceptos básicos al respecto, que servirán para desarrollar tanto los instrumentos de recolección de información, como la propuesta y alternativas de solución. Estos conceptos que se mencionan a continuación se refieren al Mantenimiento Hospitalario, y tiene su origen en la terminología y definiciones básicas de la Gestión y el Mantenimiento.

1.6.1 Gestión Hospitalaria: “El hospital como empresa”.- La concepción tradicional del Hospital, entendida como un lugar donde se acude a recuperar la salud, y por lo tanto donde se encontraran solamente personal médico, es cada vez menos utilizada, ya que existe un mejor entendimiento en el sentido que el Hospital viene a ser un conjunto de elementos humanos, materiales y tecnológicos, organizados adecuadamente mediante una buena gestión, para proporcionar servicios de salud (preventiva, curativa y de

rehabilitación), en condiciones de máxima eficiencia, confianza y de óptima rentabilidad económica.

Es con estos criterios que aparece el concepto de “Hospital como Empresa”, donde la Gestión, es decir el uso racional de los recursos disponibles: económicos, físicos, humanos, tecnológicos, ocupa un lugar predominante, dentro de la Organización Sanitaria donde se encuentre, motivo por el cual el Hospital y en general los Establecimientos de Salud, públicos o privados tenderán a manejar sus recursos reconociendo las variables que influyen en la producción de los servicios, ya sea para elevar la productividad en el primer caso o de elevar la rentabilidad en el caso del sector privado.

1.6.2 El entorno de mantenimiento.- Dentro del concepto moderno de Empresa, la estructura de costo de producción está cada vez más presente, motivo por el cual es necesario minimizar los costos, para obtener mayor utilidad; este criterio se utiliza al máximo en el modelo de Competitividad Empresarial, donde los 5 grandes pilares del entorno de la Empresa son:

- Planeamiento estratégico aplicado a la gestión,
- Sistemas de calidad,
- Monitoreo y administración de la Energía,
- Gestión del Mantenimiento,
- Capacitación y desarrollo del personal.

1.6.3 Definiciones de mantenimiento.- Mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar los bienes (inmuebles, muebles, equipos, instalaciones, herramientas, etc.) en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.

El Mantenimiento Hospitalario, a su vez tiene un objetivo social, que se refiere a evitar muertes o agravamientos de enfermedades, cuando los bienes hospitalarios se encuentran en buen estado, producto de un adecuado Mantenimiento. Los tipos de Mantenimiento, en el estudio son:

- Mantenimiento preventivo, acciones que obedecen a una planificación y no a una demanda.
- Mantenimiento correctivo, las acciones que obedecen a una demanda y no a una planificación.

1.6.4 La gestión del mantenimiento hospitalario .- La Gestión del Mantenimiento Hospitalario, por la naturaleza de sus acciones, donde se involucra bienes hospitalarios, recursos humanos, recursos económicos, recursos físicos, recursos tecnológicos, ha dejado de ser vista como un conjunto de técnicos, herramientas y repuestos, para llegar a ser un conjunto de acciones soportadas por cuatro grandes pilares, y para lo cual se requiere de un gestor que racionalice el uso de dichos recursos:

Gestión Administrativa

Recursos Humanos

Recursos Físicos

Recursos Económicos

1.6.5 La organización del mantenimiento.- Con la finalidad de establecer una Organización del Mantenimiento, dentro de una concepción moderna de Gestión, es menester considerar los siguientes componentes:

- **Objetivos del Mantenimiento:** serán aquellos relacionados con la reducción de tasas de deterioro, aumento de la disponibilidad de equipamiento, reducción de los altos costos de operación, incremento de la efectividad y producción, que a la vez contribuyen a la mejora de la prestación de los servicios de salud.
- **Políticas de Mantenimiento,** entendidas como intenciones de conseguir los objetivos en lapsos definidos, denominados de corto, mediano y largo plazo.
- **Estructuración y Ejecución del Sistema,** definiendo las funciones y la ubicación de cada componente del Sistema, priorizando los criterios de descentralización y autonomía.
- **Administración,** donde se incluye los criterios de organización, planeamiento, programación, ejecución, supervisión y control de las acciones de Mantenimiento.

Para alcanzar las metas propuestas de Mantenimiento en los Establecimientos de Salud, y con el fin de lograr una mejor producción en los servicios prestados, se requiere de una adecuada infraestructura, instalaciones, equipamiento, talleres, herramientas y repuestos, soportado por recursos humanos y económicos suficientes para alcanzar niveles de atención óptimo, en beneficio de los usuarios de los servicios de salud.

1.7 Diseño de Salas Quirúrgicas

El diseño y la construcción y remodelación de las salas de cirugía es un proceso donde tiene que tener en cuenta la participación activa del grupo de Ingenieros Biomédicos, médicos y personal administrativo.

1.7.1 Reseña histórica.- En los pasados trescientos años, el diseño de las salas quirúrgicas ha estado cambiando con las necesidades quirúrgicas y la práctica. Inicialmente, las operaciones se realizaban en cualquier área del hospital, en la casa de los pacientes o en los consultorios de los médicos. Sin embargo, en el siglo XVII la demostración y la enseñanza de la cirugía se hizo importante, así que se construyeron salones para realizar operaciones. Se diseñaron como teatros con sitios para espectadores basados en los antiguos salones de anatomía. En los grandes hospitales Ingleses se construía dos o tres salas con estas características. Contiguo a la sala existía un pequeño salón probablemente para la recuperación del paciente. En 1846 aparecen los salones de inducción anestésica, con el fin de evitar la molestia del paciente con la gran cantidad de estudiantes y observadores.

Con la antisepsia, se hicieron cambios respecto a la localización y circulación de las salas quirúrgicas, en 1937 un Ministro de Salud Inglés hizo la primera normalización sobre este tema. A partir de 1948 en el diseño y construcción de los hospitales, se tuvo en cuenta el área quirúrgica; persistiendo la costumbre de hacer las salas por parejas, manteniendo un área común de lavado y de esterilización ubicada en el centro.

En los repetidos intentos de mejorar las condiciones de asepsia se introdujo el concepto de corredor limpio y corredor sucio de circulación y limpieza del aire, características lavables de los muebles y paredes, sistemas de extracción de gases anestésicos y distribuciones de los diferentes equipos para suplir la gran cantidad que se utiliza actualmente.

1.7.2 Proyecto de construcción de salas de cirugía.- Cada proyecto debe ir adecuado a las necesidades de cada centro, podemos tener edificios iguales pero con diseño diferente, dos centros hospitalarios no funcionan idénticamente. Las claves para lograr un buen diseño se revisarán a continuación:

1. Tipo de pacientes que asistirán al centro: pediátrico, geriátrico, de trauma, ambulatorio, a otro centro especializado o al hospital general, tipo de procedimientos que se realizarán.

2. Conocimiento del espacio asignado para el proyecto. Conociendo esta variable, debemos cruzar con el número de procedimientos que se piensan realizar por día y por año, y concluir si esta extensión es suficiente para el proyecto. Analizando estadísticas y tiempos de duración en sala de recuperación, podemos asignar el número de camas de recuperación por cada sala de cirugía.
3. Análisis de la actividad de cada espacio y el equipo que lo acompaña, espacio de trabajo, antropometría, número de pacientes y visitantes, comunicaciones, sistemas de seguridad en general, sistemas de seguridad ocupacional, calor, ventilación, sistema de aire acondicionado, control de infección, suministros y mantenimiento.
4. Circulación de pacientes, médicos, y otros profesionales de la salud, farmacéuticos, proveedores de suministros, ingenieros biomédicos, y equipos. Llegada y salida de pacientes, circulación de elementos estériles y no estériles.
5. Los espacios deben ser flexibles y capaces de responder al cambio con una mínima interrupción. Hay que tener en cuenta próximas expansiones y crecimientos que pueden ser horizontales o verticales.
6. Con el fin de disminuir el número de empleados se recomienda hacer un diseño que permita máxima productividad, mayor cubrimiento de cantidad de pacientes por número de empleados.

1.7.3 Encargados del proyecto.- Se refiere al individuo o grupo de personas quienes planean y desarrollan el proyecto. Son los visionarios que proveen el espacio físico, el tiempo y la financiación.

1. Clientes internos: son los individuos o grupos quienes ocuparan las instalaciones. Incluye personal médico, administrativo, paramédico, farmacia, almacén, control de infección ingenieros clínicos, biomédicos y servicios generales.
2. Consultantes: son individuos o grupos contratados directamente por representante u otro grupo subcontratante quienes son expertos en ciertos temas que son necesarios desarrollar durante el proyecto. Por ejemplo: mercaderistas, analistas, controladores de costos, planificadores, diseñados tanto de exteriores como de interiores, ingenieros con conocimiento en construcción, protección contra incendio, electricidad y otros. Estos expertos deben analizar la información del proyecto, de los usuarios y transformarla en documentos útiles que se presenten a los directores del proyecto. Los consultantes

poseen una gran cantidad de información y por lo tanto, tiene un impacto importante sobre el presupuesto general.

1.7.4 Proceso para el desarrollo del proyecto.- Es esta etapa es importante delimitar y especificar cada una de las áreas, a las cuales cada subproducto pertenece, siempre teniendo en cuenta las posibilidades de expansión.

El proceso de la construcción puede llevarse a cabo simultáneamente con otras áreas especiales que tienen ciertos requerimientos como laboratorio, equipo de radiología, salas de parto y unidades de cuidado intensivo. Así mismo en el cronograma se debe tener en cuenta la llegada de materiales, equipos y personas especializadas con el fin de sacar el mayor provecho y mantener los tiempos calculados en la construcción. Todo esto llevado paralelamente al flujo de caja. No es frecuente que más que construcción de unas nuevas salas de cirugía, el proyecto sea un proceso de remodelación y ampliación de la unidad quirúrgica ya existente.

En este caso la parte activa debe ser aislada con planes para control de infección, limpieza de desechos, polvo y crear una presión negativa en el área de la construcción.

1.7.5 Áreas específicas.- En el momento de empezar a construir sobre áreas específicas, éstas deben tener su localización en un área adecuada, no dejando de lado las necesidades para el desarrollo de las actividades del departamento de anestesia, las zonas y corredores para desplazamiento de los pacientes, la circulación de médicos y paramédicos sin necesidad de estar encontrándose con los visitantes, los sistemas de seguridad con controles de ingreso y salida.

1.7.6 Área pre-operatoria de recibo.- Es un área con disponibilidad de espacio, gases y suministros a la cual llega el paciente donde permanece antes de ser llevado a la sala de operaciones. La mayoría de los hospitales nacionales no la tienen.

Utilidad primaria.- Fue creada para recibir los pacientes en la vecindad de las salas de operaciones haciendo más ágil el cambio de paciente a paciente. Recientemente se ha utilizado para ir preparando y monitorizando a los pacientes, da espacio para que los pacientes pediátricos puedan estar con sus padres, para iniciar procedimientos regionales, observación de pacientes premedicados, recuperación postanestésica, evaluaciones de consultas preanestésicas y terapias de manejo de dolor.

Diseño.- Depende del objetivo del macroproyecto hospitalario, del número de salas de cirugía, del tipo de pacientes y cirugías que se realicen, de la localización y de la utilidad que se le de al área.

En general esta área, es un espacio que requiere una estación de enfermería con disponibilidad de comunicaciones, sistema de suministros, equipo de reanimación, equipos de monitoreo invasivo y no invasivo, todo de acuerdo con las necesidades del hospital. Cada ambiente dispondrá de oxígeno y vacío. También es importante tener un baño en el área. La localización del área de recibo debe ser contigua a la sala de recuperación post-anestésica.

1.7.7 Sala de cirugía.- Es el área más importante y punto culminante del proceso quirúrgico, por lo tanto, el centro de atención de este diseño.

Tamaño de la sala.- Una sala para procedimientos generales se recomienda, que tenga 400 metros cuadrados y una sala para procedimientos especializados se recomienda que tenga 600 metros cuadrados. A pesar de que estas dimensiones parecen exageradas ya que se hacen operaciones en salas de menor tamaño, en muchas instancias éstas son inadecuadas para la cirugía y anestesia actual.

La cantidad de equipos en las salas de operaciones cada día es mayor los cuales incluyen: microscopios, equipos para rayos X, para vídeo, monitoreo, maquina de anestesia y otros. Así mismo, pensar que las salas para cirugía pediátrica o cirugía ambulatoria pueden ser más pequeñas, no es razón, pues estas cirugías van paralelas al desarrollo de la tecnología y utilizan múltiples equipos. Obviamente el buen tamaño de la sala hace más fácil trabajar en ella. El tamaño de la puerta es de particular importancia ya que elementos de gran tamaño tales como: camas especiales, mesas de ortopedia, máquinas de circulación extracorpórea entran y salen constantemente de las salas de cirugía.

Las puertas de dos partes funcionan bastante bien, ya que si es necesario se aumenta en campo y en caso contrario se abre sólo una hoja. Si se utilizan puertas de madera se recomienda recubrir la parte inferior y los bordes con una lámina de acero inoxidable.

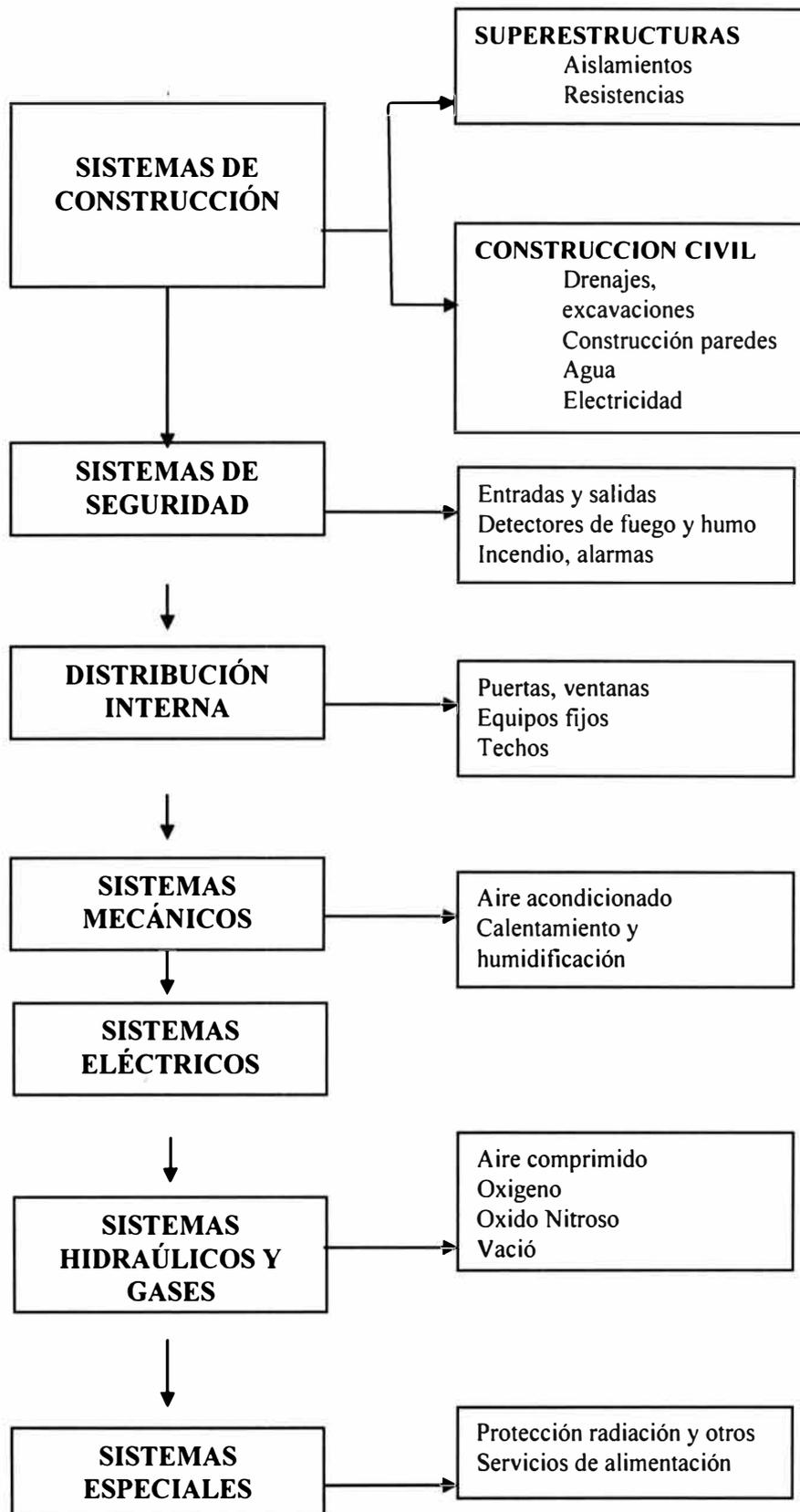


Fig. 1.2 Flujo grama de la secuencia y el proceso de la construcción del área quirúrgica

1.7.8 Calentamiento, ventilación y aire acondicionado.- El número de intercambios de aire debe estar entre 15 y 21 por hora. Al menos tres de esos cambios deben ser de aire fresco externo. La humedad relativa se recomienda entre 15 % y 60 %. Es necesario estar enterado si el sistema es de recirculación, en el cual una parte del aire regresa de las salas o de otra parte del hospital y conocer si este sistema va pasivamente a través de los filtros. Este sistema es muy inefectivo para el recambio de aire. La posibilidad de poder cambiar rápidamente la temperatura en la sala es muy importante. Los calentadores y el aire acondicionado permiten hacer estos cambios en cada sala individualmente.

1.7.9 Iluminación.- A pesar de que los arquitectos viven muy preo-cupados por dejar una excelente iluminación, una excesiva iluminación fluorescente puede ser problemática. Por el incremento de los procedimientos endoscópicos, el concepto de la iluminación debe ser re-evaluado. Para los procedimientos que son necesarios apagar las luces se recomienda instalar unas luces de baja intensidad en el área del anesthesiólogo y para el movimiento y localización de los elementos por la circulante.

En general la iluminación proviene de bancos de tubos fluorescentes dispuestos uniformemente en la sala y con controles individuales o por grupos que permitan la utilización de unas luces mientras otras aparecen apagadas. Cubiertos por sistemas que permitan una fácil limpieza.

1.7.10 Electricidad.- Existen tres formas para proveer la electricidad a la sala de operaciones:

1. El mecanismo usual que se usa en las casas.
2. Sistema aislado.
3. Interruptores de circuito ante la falla de conexión a tierra.

Los circuitos de sistema aislado son los ideales ante cualquier dificultad de corto eléctrico dejan sin energía solamente el área donde se presento el problema y no toda el área quirúrgica. Si las salas de cirugía se consideran un sitio húmedo es necesario incluir interruptores de circuito ante falla de conexión a tierra. Es tan importante este sistema, que al conectar un equipo que no tenga adecuadamente la tercera pata para la conexión a tierra, se activarán los interruptores y se producirá caída en el suministro de energía en ese circuito.

La conexión a tierra es ideal hacerla independiente para el área quirúrgica y buscar el sitio en que esté lo más cercano posible a cero. Siempre en una institución de salud debe existir un generador alternativo de energía, el cual se activará en caso de falla del generador principal.

Tomas de corriente.- Entre más tomas tengamos disponibles es mejor, serán distribuidas por todas las paredes de las salas inclusive el techo de manera que se evite tener gran cantidad de cables eléctricos por toda la sala. Las conexiones eléctricas pueden ser las usuales de tres patas.

1.7.11 Distribución de gases medicinales.- Los representantes del grupo de anestesia, que participan en el diseño de la sala deben determinar el número y la localización de las conexiones que van a suplir la sala y como mínimo existirán:

Dos conexiones de oxígeno,

Una de aire medicinal,

Una de óxido nitroso,

Un sistema de evaluación y dos tomas de vacío ubicadas en la cabecera de la mesa quirúrgica.

Conexiones para nitrógeno (Impulsar equipos): Al menos dos conexiones de succión para el campo quirúrgico. Si la sala es utilizada para cirugía cardíaca abierta es necesario tener conexiones de oxígeno, aire, vacío, y en ocasiones CO₂.

La localización exacta de estas conexiones son muy importantes pues pueden caer directamente sobre los equipos y producir daños o quedar muy retirados, necesitando largas extensiones de manguera que obstruyen la circulación.

1.7.12 Equipos de comunicación.- Comunicación es otro aspecto importante del diseño de salas de cirugía. Teléfonos, intercomunicadores, sistemas de buscapersonas, y computadores hacen parte importante de las salas de cirugía modernas. Igualmente cámaras de televisión y monitores son útiles para tele conferencias. El número y la localización dependen de las necesidades del equipo quirúrgico, sin embargo al menos un teléfono y un intercomunicador por cada sala de cirugía facilita enormemente las comunicaciones internas y externas, así mismo estos equipos pueden ser factor de distribución en las salas.

Los computadores y las terminales del sistema interno hacen parte del sistema de comunicaciones que no pueden quedar de lado en la actualidad. Cada hospital tiene sus

propias necesidades de intercomunicación y un sistema particular de desarrollar sus actividades lo que hace que cada grupo pueda realizar su diseño de comunicación.

1.7.13 Seguridad contra incendios.- El fuego continúa siendo un peligro importante para las salas de cirugía. La combinación de las siguientes tres factores encontrados en las salas de operaciones fácilmente pueden desencadenar un incendio:

1. Oxidantes como es el oxígeno o el óxido nitroso.
2. Sustancias inflamables o combustibles como son el papel, plástico, telas y campos entre otros.
3. Fuente de calor como los lápices de electro bisturí y el láser.

La seguridad contra incendios incluye: Localización de extinguidores, alarma de incendios cercanas a las salas de operaciones, válvulas cercanas que permitan cerrar los gases medicinales y paneles eléctricos convenientemente ubicados afuera de la sala. La localización de los detectores de humo debe ser cercana a la mesa de operaciones.

Para el almacenamiento de cilindros de gases comprimidos es necesario tener un espacio adecuado con un sistema estabilizador que evite caídas, rupturas y calentamiento de estos.

1.7.14 Área sub estéril.- Los elementos básicos en esta área son:

1. Lavamanos
2. Cuartos para almacenar equipos.
3. Área de comunicaciones, dictáfonos y programación de cirugía.
4. Almacén encargado de los suministros de material médico quirúrgico y medicamentos.

En cada uno de estos espacios, es necesario predecir el tamaño y la localización, teniendo en cuenta el objetivo general del proyecto e igualmente que en la actualidad, es necesario almacenar mayor cantidad de equipos que en el pasado.

1.7.15 Unidad de cuidado post-anestésico.- Las unidades de cuidado post-anestésico (UCPA) fueron incluidos en el área quirúrgica desde 1942. Actualmente son consideradas dentro de los requerimientos esenciales, con el desarrollo y progreso de la Anestesiología ha tenido cada vez unidades diferentes al cuidado post-anes-tésico. Es crucial que las UCPA estén localizadas contiguas a las salas de cirugía, siempre que sea posible es ideal evitar transporte por ascensores, dejando la UCPA en el mismo nivel.

Igualmente, una localización independiente es vital para facilitar el flujo de pacientes, con entrada desde las salas y con una salida independiente hacia los corredores principales

del hospital. El número adecuado de camas depende del tipo de casos que se realicen y de la duración de cada uno de ellos. En el pasado se sugería que el número de camas de UCPA fuera de 1 por cada sala de operaciones, actualmente se recomienda 1.5 por quirófano.

El diseño tradicional de una central de enfermería con sitios de almacenamiento único ha ido cambiando hacia un sistema variable e incluso móvil en el cual las enfermeras están cerca de los cubículos de los pacientes con almacenamientos satélites que les permita abastecerse sin tener que desplazarse, con posibilidad de utilizar y acomodar para el cuidado de los enfermos. Manteniendo un sitio central en el cual se ubicará la secretaría, los sistemas de comunicación, dictado y punto de informática.

Inclusive se propone contar con áreas de aislamiento que permitan el cuidado de pacientes con infección activa o pacientes con inmuno supresión. El área recomendada para cada cubículo está entre 5 y 7 metros cuadrados, con sistema de luz independiente que permita graduar diferentes intensidades según la necesidad. En la cabecera del paciente es necesario contar con al menos seis conexiones eléctricas. De las cuales dos irán a la planta de emergencia.

Con respecto a las conexiones de gases medicinales se sugiere tener más de una conexión de oxígeno y al menos tres tomas de vacío y una de aire comprimido.

Las comunicaciones en esta área son básicas para lograr un buen desarrollo de las actividades así: teléfonos internos y externos con un sistema de intercomunicación que permita solicitar ayuda en el momento necesario, hacen parte del sistema básico de comunicaciones.

Las puertas deben ser de doble hoja idealmente automáticas con movimiento de 180 grados, con entrada y salida independiente para el personal que se moviliza sin camillas. En cada uno de los extremos se recomienda tener una unidad contra incendios así como los detectores de humo. Es importante la localización de un baño con todas las comodidades necesarias para personas en recuperación y un sitio para desechar fluidos orgánicos.

1.7.16 Otras necesidades del área quirúrgica áreas de descanso y alimentación.-

Durante el diseño inicial es importante planear los espacios destinados para estas actividades, sitios cómodos con buena amplitud y organización. El número y el área destinada dependen del tamaño del área quirúrgica y de la organización que se le quiera dar así mismo o la disponibilidad de comidas, bebidas frías y calientes. Igualmente equipos de comunicación, televisión, vídeo, dictáfonos, conexiones eléctricas, lavamanos,

refrigeradores, fuentes de agua y otros. Las comodidades que se ofrezcan al personal que trabaja en el área quirúrgica se traducen en mayor eficiencia en sus labores.

Vestidores.- El tamaño y la ubicación dependen del proyecto inicial, del número estimado de personas que van a laborar en el área en horas regulares y horas pico, la razón hombre-mujer y la posibilidad de hacer vestidores separados para los diferentes grupos.

Hay que tener en cuenta la necesidad o no de tener dormitorios en esta zona, planear el número de ellos y las características. Los vestidores hacen parte del área de transición de los medios sub estériles a los estériles lo que hace que su localización sea estratégica.

Baños y duchas.- Usualmente están localizados en continuidad a los vestidores, pero vale la pena tener baños ubicados en otras áreas. El número de baños recomendados son de uno por cada 10 a 15 personas en el área y el número de duchas de una por cada 100 casilleros.

Área de aseo.- Zona bastante importante desde donde se va a dirigir los procesos de aseo del área estéril, debe contar con plumas de agua sifón, sitio para almacenar jabones, detergentes antisépticos y demás elementos necesarios para mantener la esterilidad del área. Los sifones y pozetas para eliminar los desechos líquidos deben estar localizados fuera del área estéril con un diseño y protección semejante al de los muros y paredes de las salas de cirugía.

1.7.17 Cirugía ambulatoria.- Al tener incluido en el proyecto cirugía ambulatoria y teniendo en cuenta el volumen de cirugía que se llevará a cabo por esta vía debe tenerse en cuenta el área necesaria, tamaño de vestieres, número de cubículos y localización de personal.

CAPITULO II

NORMAS

2.1 Introducción

La normalización es una actividad que tiene sus orígenes en la naturaleza misma y en el hombre quien manifiesta su necesidad de normalizar sus actividades en forma empírica e instintiva desde los primeros tiempos. En la naturaleza podemos encontrar pruebas de Normalización; elementos afines que se unen según ciertas prescripciones, según ciertas leyes, según ciertas normas, para construir los seres y las cosas. La composición de las moléculas de una sustancia, la constancia de la distribución de los átomos en un cristal, etc. Son muestras de que la naturaleza se ajusta a reglas preestablecidas. De esta forma el hombre evoluciona, hasta desarrollar sus normas fundamentales: el lenguaje y posteriormente la escritura.

Así aparecen las primeras medidas que por su naturaleza y sus uso se limitaron a masa y volumen ampliándose posteriormente a la longitud. En el mundo occidental uno de los primeros en establecer una norma, fue el rey Enrique I de Inglaterra; quien en el año 1120 ordena que la medida de longitud (que era la antigua yarda), tuviera la exacta longitud de su brazo y ordenó en lo sucesivo fuera la unidad normal de comparación de longitudes, en todo su reino.

En Barcelona en 1438; se proyectó el primer método para la preparación de lana inglesa, el mismo que tenía 30 capítulos. Sin embargo, la urgencia de la normalización organizada se vió mas con la revolución industrial de los siglos XV y XIX, en que se dieron los mas rápidos avances en la tecnología eléctrica y la ingeniería mecánica y física, lo que permitió desarrollar acuerdos internacionales sobre varios conceptos nuevos. Las máquinas de vapor forzaron el desarrollo de otras máquinas-herramientas para su propia producción en masa.

Aparecieron los primeros telares inventados, con lo que se inició el concepto de ajuste y tolerancia. La producción industrial se tornó más especializada, por la aparición de máquinas más complejas y la necesidad de producir con menor costo.

2.2 Definiciones

2.2.1 Estándar o Norma.- Una norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma. Además, deber aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido.

Las normas son la herramienta fundamental para el desarrollo industrial y comercial de un país, ya que sirven como base para mejorar la calidad en la gestión de las empresas, en el diseño y fabricación de los productos, en la prestación de servicios, etc., aumentando la competitividad en los mercados nacionales e internacionales. Estos documentos no tienen la fuerza de ley.

2.2.2 Código.- Un sistema de estándares relacionados al mismo tópico (ejemplo, código de fuego, código eléctrico). El código puede ser adoptado por gobiernos o entidades privadas en su totalidad o parte de ella.

2.2.3 Reglamento.- Un documento que es emitido originalmente por un gobierno o una entidad privada. Esto puede incluir en totalidad o parte de un estándar o referido a un estándar. Un reglamento tiene la fuerza de ley desde su establecimiento.

2.3 La Normalización en el Mundo

En el ámbito internacional existen dos organismos de normalización: la *Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)*, responsable de la elaboración de normas internacionales sobre electrotecnia y electrónica, y la *Organización Internacional de Normalización ISO* que cubre el resto de sectores de actividad. ISO e IEC comparten la responsabilidad de la elaboración de las normas relativas a las Tecnologías de la Información.

El objetivo de estas organizaciones es fomentar el desarrollo en el mundo de las actividades de normalización, con el fin de facilitar los intercambios de bienes y servicios entre países y una estrecha cooperación en los campos intelectual, científico, técnico y económico. La Organización Mundial del comercio (OMC) recomienda la utilización de estas normas en las transacciones comerciales.

De todos son conocidas las normas de la serie ISO 9000, adoptadas por más de un centenar de países y que han permitido un lenguaje común que unifica los criterios de gestión de la calidad en todo el mundo.

La adopción de las normas internacionales elaboradas en ISO o IEC no es obligatoria para los países miembros de estas organizaciones; no ocurre lo mismo, sin embargo, con los Organismos Europeos de Normalización, que obligan a sus miembros a adoptar, sin ninguna modificación, las normas europeas que en ellos se elaboren.

2.4 Sello CE

Sello CE es requerido para vender cualquier clase de producto fabricado o distribuido bajo la Unión Europea (EU), Acceso nuevo de Directivos en el Área Económica Europea (EEA). La EEA consiste de 15 naciones del EU y cuatro naciones Europeas de la Asociación de Libre Comercio (EFTA).

Para eliminar barreras técnicas para el intercambio comercial en Europa, se diseñó un Acceso Nuevo de Directivos, fijando requisitos técnicos y seguros del producto. Lo más importante de esto es que aplica a los servicios médicos. Otras directivas incluyen bajo voltaje, presión simple, juguetes, productos de construcción, compatibilidad electromagnética, maquinaria, equipo de protección personal, equipo de terminales de telecomunicación, calentadores de agua, explosivos y trabajo recreacional. El Sello CE se aplica a productos, después que estos fueron examinados exitosamente para ajustarse a las directrices aplicables.

2.5 Las Normas ISO 9000

La Organización Internacional de Normalización (ISO), es una federación mundial, la cual consta de 111 cuerpos de normas nacionales. El objetivo primordial de la organización es promover el desarrollo de la fabricación, intercambio y comunicación entre negocios alrededor del mundo, a través del desarrollo de normas genéricas.

ISO 9000 es la serie de normas internacionales más ampliamente reconocida, dadas a conocer en 1987, en donde se describe un sistema de calidad básico, que puede ser usado en cualquier industria, de cualquier ramo o, en cualquier parte del mundo.

La certificación proporciona prueba objetiva de que una organización ha implementado un efectivo sistema de calidad, y que éste satisface todos los requisitos de la norma aplicable. Un experto externo e imparcial, llamado certificador, conduce una

auditoria en planta para determinar si el sistema de gestión de calidad de una organización es conforme a la norma.

La serie de Normas ISO 9000 son un conjunto de enunciados, los cuales especifican que elementos deben integrar el **Sistema de la Calidad** de una empresa y como deben funcionar en conjunto estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la empresa.

Las Normas ISO 9000 son generadas por la **International Organization for Standardization**, cuya sigla es **ISO**. Esta organización internacional está formada por los organismos de normalización de casi todos los países del mundo. Los organismos de normalización de cada país producen normas que se obtienen por consenso en reuniones donde asisten representantes de la industria y de organismos estatales. De la misma manera, las Normas ISO se obtienen por consenso entre los representantes de los organismos de normalización enviados por cada país.

Calidad.- La palabra calidad se ha definido de muchas maneras, pero podemos decir que es el conjunto de características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades del cliente.

Sistema de la Calidad.- En primer lugar, es necesario definir que significa sistema. Formalmente sistema es un conjunto de elementos que están relacionados entre sí. Es decir, hablamos de sistema, no cuando tenemos un grupo de elementos que están juntos, sino cuando además están relacionados entre sí, trabajando todos en equipo.

Entonces, Sistema de la Calidad significa disponer de una serie de elementos como Manual de la Calidad, Procedimientos de Inspección y Ensayo, Instrucciones de Trabajo, Plan de Capacitación, Registros de la Calidad, etc., todo funcionando en equipo para producir bienes y servicios de la calidad requerida por los clientes. Los elementos de un sistema de la calidad deben estar documentados por escrito.

Las normas ISO 9000 son un conjunto de normas y directrices internacionales para la gestión de la calidad que desde su publicación en 1987. Las normas básicas de la familia ISO 9000 son:

- ISO 9000 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario
- ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- ISO 9004 Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

Las normas como se muestra en la Fig. 2.1 UNE-EN ISO 9001:1994, UNE-EN ISO 9002:1994 y UNE-EN ISO 9003:1994, se han integrado en una única norma UNE-EN ISO

9001:2000. las normas UNE-EN ISO 9001:2000 y UNE-EN ISO 9004:2000 se han desarrollado como un par un "par coherente" de normas. Mientras la norma UNE-EN ISO 9001:2000 se orienta mas claramente a los requisitos del sistema de gestión de la calidad de una organización para demostrar su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes, la norma UNE-EN ISO 9004:2000 va mas lejos, proporcionando recomendaciones para mejorar el desempeño de las organizaciones

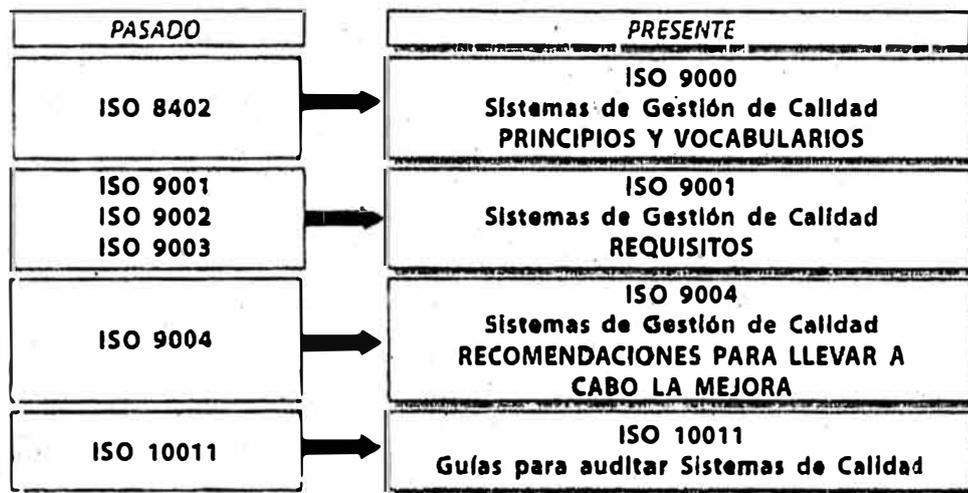


Fig. 2.1 Norma ISO

El objetivo de la aplicación de la ISO 9000: 2000 es llegar a la calidad total, esta es la secuencia entre las distintas normas que la componen, como se aprecia en la Figura 2.2.

- Establecer un control de calidad
- Aplicar la ISO 9001: 2000
- La aplicación de la norma nos lleva la aseguramiento de la calidad.
- Aplicar la Mejora Continua (PDCA)
- Aplicar la ISO 9004:2000
- Llegar a la calidad total

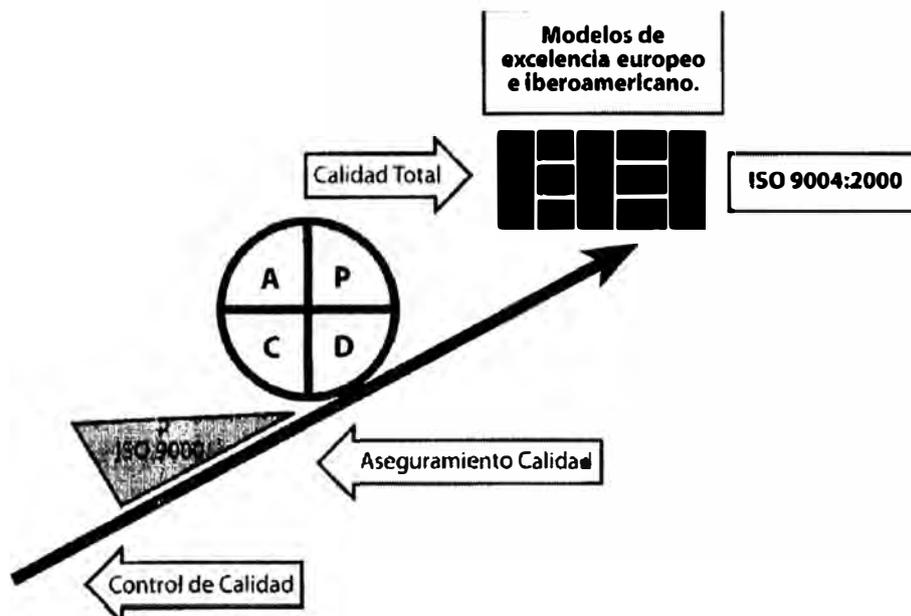


Fig. 2.2 Secuencia de la aplicación de la Norma

2.6 ISO 14000

Dada a conocer en 1996, ISO 14000 es una serie global de Normas de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), proporcionando un marco de trabajo para organizaciones y así demostrar su compromiso de responsabilidad ambiental. Como las serie de normas de calidad ISO 9000, ISO 14000 es un producto de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se espera que esta serie de normas internacionales trascienda extensamente la popularidad de ISO 9000. Los expertos dicen que las fuerzas del mercado conducirán la aceptación de estas normas ambientales hacia muchas compañías que requieren que sus proveedores se registren bajo ISO 14001.

Se espera que ISO 14000 se convierta en un pre-requisito para hacer negocios alrededor del mundo. Oficiales de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) han indicado que la certificación puede dar como resultado reducción en la cantidad de inspecciones requeridas para los permisos.

2.7 ECRI

La ECRI es una agencia de investigaciones en el sector de la salud, independiente y sin fines de lucro establecida en 1955, es un Centro Colaborador de la Organización Panamericana de la Salud y de la Organización Mundial de la Salud.

Su misión es mejorar la seguridad, la calidad y la relación costo / efectividad en el cuidado de la salud. Son ampliamente reconocidos como la principal organización independiente de ámbito mundial que con entera responsabilidad brinda información confiable e imparcial. Su enfoque está dirigido a la tecnología del cuidado de la salud, y a la gerencia de riesgos, de calidad y del medio ambiente en el cuidado de la salud.

Sus servicios de investigación, publicaciones, bases de datos y programas de asistencia técnica en el área de la salud se han constituido en patrones de referencia en la comunidad de salud.

Personal.- Tiene personal a tiempo completo de aproximadamente 250 personas de varias disciplinas, provee un amplio campo de conocimientos analíticos, clínicos, administrativos y técnicos. Los miembros del personal de ECRI incluyen a médicos; científicos de grado doctoral, tales como biólogos, epidemiólogos y bio- estadísticos; ingenieros profesionales registrados en las áreas de bioquímica, electricidad, electrónica, química y mecánica; abogados, enfermeras, planificadores de hospitales, farmacólogos, profesionales en ciencias físicas y especialistas en tecnología clínica, administración de hospitales, análisis financiero y de políticas, manejo de riesgos y ciencias de informática y de computación.

Instalaciones y recursos.- ECRI es propietaria de un campus de investigaciones de 5 hectáreas en un suburbio de Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos. Sus 11,150 metros cuadrados de instalaciones incluyen laboratorios que poseen extensa instrumentación para análisis electrónico, mecánico, físico y del medio ambiente; calibración, química, microbiología, fotografía y fisiología de la cirugía. Un estudio de televisión e instalaciones para impresión, publicación, conferencias y aulas de clases proporcionan servicios de apoyo. Su biblioteca recibe cada año, revisa y mantiene más de 1500 publicaciones periódicas y miles de otros documentos y tiene una conexión directa “en línea” con un amplio espectro de bases electrónicas de datos.

Servicios.- Las investigaciones, publicaciones y servicios de ECRI cubren los campos de tecnología médica y de salud, planificación de instalaciones, manejo de riesgo, manejo del medio ambiente y calidad del cuidado de la salud. Nuestro servicio de evaluación de la tecnología de la salud en cuanto a drogas, aparatos y procedimientos proporciona información “al día” que es objetiva y completa. Y todo esto está apoyado por nuestra extensa base de datos internacional de evaluación de la tecnología de la salud (International Health Technology Assessment Database).

ECRI es la fuente mundial más completa de datos y evaluación de aparatos y equipos médicos. En el conjunto de nuestro *Health Devices System* (sistema de aparatos para el cuidado de la salud), *Healthcare Product Comparison System* y el programa SELECT™ hemos acumulado bases de datos completas de más de 5000 categorías de artefactos. En nuestro HSD se ha recopilado una base de datos que contiene más de 23 000 guías y estándares de práctica clínica. Otras bases de datos contienen más de 300 000 informes de evaluaciones de aparatos médicos, problemas y peligros, estudios de costo y evaluaciones de tecnología de alcance mundial. El acceso a la mayoría de las bases de datos del ECRI puede hacerse desde terminales locales de casi todos los países del mundo, a través de una red electrónica internacional.

Afiliaciones.- ECRI goza de un sin número de afiliaciones con asociaciones y agrupaciones de hospitales, escuelas de medicina, universidades, ministerios de salud y otras instituciones.

Alcance mundial.- ECRI es un centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud (OMS), incluyendo actividades con la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Hemos llevado a cabo proyectos de asistencia técnica en Europa, África, Asia, el Medio Oriente, el Ártico y el Pacífico, así como también a través de Norte y Sudamérica.

Health Devices System.- Health Devices (10 ediciones/año) con evaluaciones de equipos médicos y otros artículos sobre tecnología médica, Action Items (semanal) con informes sobre problemas y advertencias acerca de equipos médicos, Abstracts (3 veces/mes) con resúmenes de artículos relacionados con equipos médicos, Regulatory Data (mensual) con resúmenes de información relacionadas con sistemas reguladores y servicio de consultoría vía teléfono, fax o correo electrónico.

Healthcare Product Comparison System.- Comparación de las características, propiedades y especificaciones de los equipos, los productores, los modelos y en muchos casos, los precios de referencia. Contiene informes de alrededor de 450 tipos de equipos médicos.

2.8 UMDNS 2000

Nomenclatura Universal de Equipos Médicos (UMDNS, siglas en inglés). Esta edición reemplaza la edición previa publicada en 1993, la que fue desarrollada

conjuntamente por el Ministerio de Sanidad y Consumo de España, la Organización Panamericana de la Salud y la ECRI.

En esta nueva edición los términos han sido reestructurados en forma tal que se correspondan fielmente con la estructura jerárquica seguida en la edición en idioma inglés. Se han añadido muchos términos nuevos y se ha mejorado la precisión en todos, utilizando la edición en idioma español del *Diccionario de Medicina Dorland* publicada en España como la principal fuente de referencia; evitando el uso de localismos en los términos en español. La presente edición no incluye referencias cruzadas.

Ahora es posible localizar cualquier término bien utilizando el código de cinco dígitos que forma parte de la nomenclatura (UMDNS) o por orden alfabético tanto en idioma español como en inglés. También ha sido mejorada en esta edición la ordenación de los términos en español.

2.9 The Food and Drug Administration (FDA)

Es el organismo encargado de proteger al público de los potenciales riesgos a la salud presentado por adulteraciones y imitaciones de drogas y comidas, además se encarga de la regulación de equipos médicos y productos de diagnóstico Medical Device Amendments (MDAs) provee las definiciones de productos sujetos para regulación, esta incluido los instrumentos, aparatos, herramienta, maquina, invención, implante, agente in vitro, u otro similar o aun articulo relacionado incluyendo algún componente, parte o accesorio. El MDAs establece una clasificación que esta sujeto a tres niveles:

Clase I.- Control General, este control incluye Adulteración, Imitación, Cambio de clasificación, Reportes y records, Practica de buena manufactura, Dispositivos de consumo, Dispositivos restringidos y Restricción administrativa

Clase II.- Desempeño de normas, una búsqueda de información acerca de un dispositivo ya que un control general puede ser insuficiente para proveer una razonable seguridad y efectividad.

Clase III.- Probación de preventa. Un dispositivo en esta clasificación requerirá ser sometido a una aprobación de pre venta de acuerdo a una mejora o una implementación de regulaciones.

Una vez aprobado un equipo para su uso, este es luego sujeto para que se reporten y se avise al MDAs de problemas frecuentes que son descubiertas por los usuarios, y que normalmente consisten deficiencias o incorrecto etiquetado, componentes defectuosos,

rendimiento defectuoso, inadecuadas instrucciones, información errónea o uso inapropiado, el cual de acuerdo al problema el equipo puede ser clasificado en:

Clase I : Urgente – Amenaza de vida.- Una situación en el cual sus uso o exposición puede causar daño serio, adverso a la salud y dar como consecuencia la muerte.

Clase II : Serio – Requiere acción correctiva.- Una situación en el cual su uso o exposición puede causar temporalmente o reversible médicamente daño a la salud , en donde la probabilidad de un problema serio es remota.

Clase III : Aviso .- Una situación en el cual su uso o exposición a un producto restringido y no causar daño a la salud.

2.10 Practicas Correctas de Fabricación (PCF)

La Oficina de Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) y las Practicas Actuales de Fabricación Correcta (PCF) fueron diseñadas para hacer proyectos médicos, seguros y efectivos.

PCF abarca programas de aseguramiento de calidad y organización, edificios, equipo, componentes, producción y control de procesos, empackado y control de etiquetas, distribución e instalación, evaluación de proyectos y registros. Los fabricantes de instrumentos médicos, deben continuar con PCF y establecer un programa de calidad segura para poder distribuir productos en Estados Unidos.

2.11 Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

La OSHA fue establecida en 1970 como una agencia que se encarga de desarrollar estándares o normas para proteger individuos en el lugar de trabajo. Su trabajo esta dividido en 4 categorías:

Industria general

Marítimo

Construcción

Agricultura

La OSHA adopto muchos de los estándares desarrollado por la ANSI y el NFPA, estas normas representan un mínimo ideal grado de protección por lo que la OSHA ha desarrollado hasta actualizarse, revisada y adicionada a estas normas para cubrir áreas donde el trabajo que se realiza sea de un alto riesgo.

La normas para la industria general (29 CFR Part 1910) que son las se aplican a hospitales cubriendo las siguientes áreas relacionadas a la seguridad y salud ocupacional:

Superficies de Trabajo y de camino

Medios de salida

Plataformas, elevadores y vehículos de trabajo montados sobre plataformas.

Salud ocupacional y control del ambiente.

Equipos para protección de personal

Control de ambiente general

Medicina y primeros auxilios

Protección contra incendios

Gases comprimidos y equipos de aire comprimido

Manipulación y almacenaje de materiales

Herramientas de mano y portables y otras para mantenimiento de equipos

Soldadura y corte

Industrias especial

Electricidad

2.12 National Fire Protection Association (NFPA)

El propósito de la NFPA es la de “promover la ciencia y mejorar los métodos de protección y prevención de fuego, seguridad eléctrica y otros objetivos relacionados a la seguridad; para obtener y circular información en estos asuntos; y para afianzar la cooperación de sus miembros y el público en establecimiento de resguardos contra pérdida de vida y propiedades”

NFPA 99: Standard for Health-Care Facilities. Normas en instalaciones del cuidado de salud, este documento se origino por motivo de una serie de explosiones en salas de operaciones durante una cirugía en el año de 1930.

2.13 The American National Standards Institute (ANSI)

Es una federación de asociaciones de comercio, sociedades técnicas, grupos profesionales, y organizaciones de consumidores. ANSI representa el interés de EEUU en un estándar internacional como es el International Electrotechnical Commission (IEC) y la

International Standardization Organization (ISO). Una lista de normas ANSI de interés para la ingeniería clínica son:

ANSI C2-1990	National Electrical Safety Code (IEEE)
ANSI N449.1	Procedimiento para periódica inspección y mantenimiento de Cobalto 60 t Cesio 137 para equipo de Telé terapia.
ANSI S3.6	Especificaciones para audiómetros
ANSI Z88.2	Prácticas para protección de la respiración
ANSI Z136.3	Seguridad en el uso de láser en instalaciones de salud
ANSI/ADA 26	Equipo dental de rayos X y accesorios
ANSI/CGA G7.1	Especificaciones de productos para aire
ANSI/NFPA 70	Código Nacional Eléctrico (NEC)
ANSI/UL 187	Equipos de Rayos X

2.14 Seguridad Eléctrica

2.14.1 Introducción.- La tecnología médica ha aumentado considerablemente la seguridad de los equipos y ha reducido los riesgos debidos al manejo y utilización. En la actualidad, en las aplicaciones médicas los niveles de seguridad que deben reunir los sistemas de instrumentación están normalizados. Resulta obvio que no puede asegurarse un riesgo nulo en el uso del equipo, sin embargo, una adecuada utilización de los mismos por usuarios instruidos minimiza los riesgos eléctricos y aumenta la seguridad del paciente.

Los pacientes de un hospital bajo ciertas condiciones pueden ser más susceptibles al peligro de la corriente eléctrica que una persona en su caso o trabajo, por lo que deben tomar precauciones especiales en los equipos o instrumentos médicos.

2.14.2 Efectos Fisiológicos de la Corriente Eléctrica.- Para que la electricidad produzca efectos en el organismo, el cuerpo humano debe convertirse en parte de un circuito eléctrico. Para que circule corriente por el cuerpo humano deben existir al menos dos conexiones entre el cuerpo y una fuente de alimentación o tensión externa. La mayor parte de los tejidos del cuerpo contienen un elevado porcentaje de agua por lo que la resistencia eléctrica que presentan es baja y pueden considerarse como un buen conductor, no obstante, la impedancia de la piel (epidermis) es bastante elevada (200-500K) por lo que el cuerpo humano puede considerarse como un conductor volumétrico no homogéneo en la que la distribución del flujo de la corriente eléctrica viene determinada por la conductividad local del tejido.

Los efectos dependen de los siguientes parámetros: magnitud de la corriente, frecuencia, tiempo de exposición, zona por la que circula (superficie o tejido interno). La gravedad del daño producido dependerá también del órgano afectado. (Ver Figura 2.3). La corriente eléctrica afecta de tres formas:

Primer lugar se produce una excitación eléctrica de los tejidos excitables (nervios y músculos), comenzando con una sensación de “hormigueo” o “escozor” que si alcanza intensidad suficientemente elevada puede ser dolorosa y molesta, provocando contracciones y si ésta aumenta puede producirse la tetanización del músculo.

Segundo lugar puede aparecer un incremento de la temperatura del tejido debido a la resistencia que presenta y la energía disipada por el mismo.

Tercer lugar, el aumento de temperatura si es elevado puede provocar lesiones (quemaduras) en el tejido.

El órgano más susceptible a la corriente eléctrica es el corazón. Un estímulo que tetanice el corazón provoca la contracción completa del miocardio que detiene la acción de bombeo del corazón e interrumpe la circulación sanguínea. Si la circulación no se restablece en pocos minutos, en primer lugar se lesiona el cerebro y luego se produce la muerte debido a la falta de aportación de oxígeno a los tejidos cerebrales.

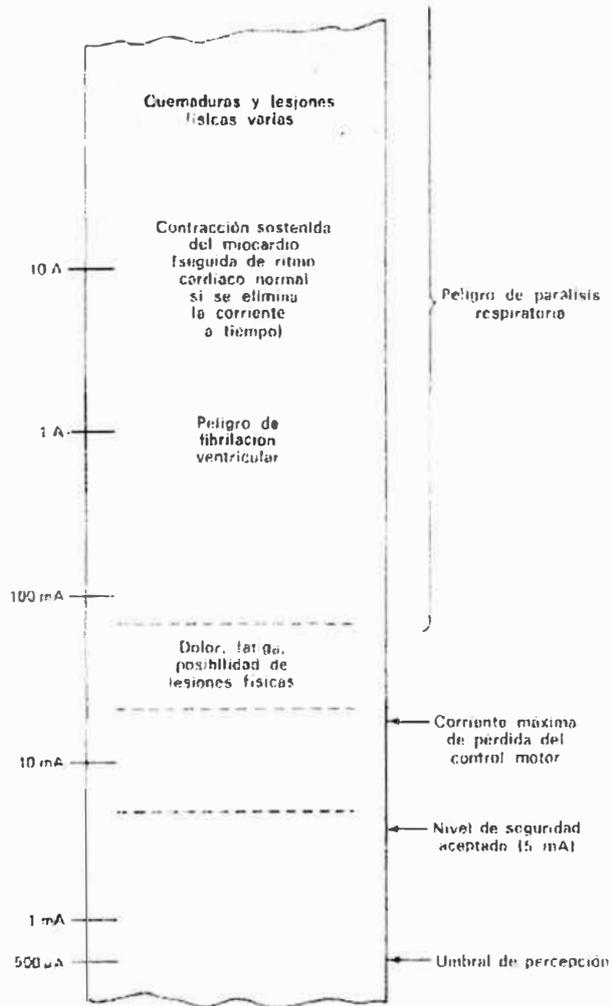
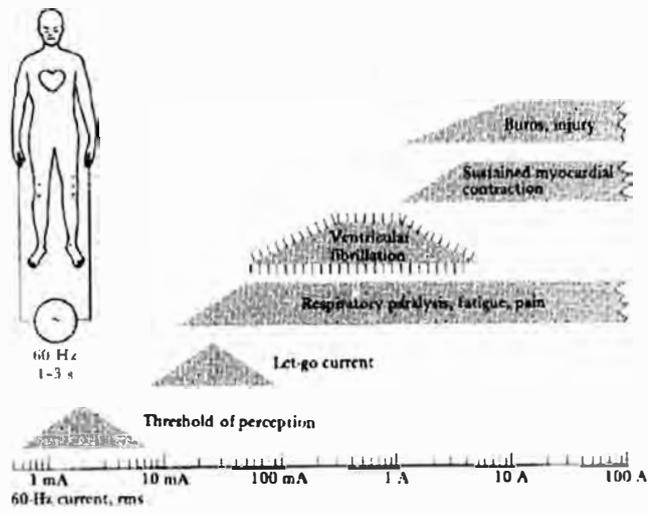


Fig. 2.3 Efectos fisiológicos de la electricidad.

2.14.3 Parámetros Susceptibles que Afectan a los Efectos Fisiológicos.- Los efectos fisiológicos dependen de una serie de parámetros que se comentan a continuación:

Variabilidad del umbral de percepción y corriente de pérdida del control motor. En la figura 2.4 se muestra la variabilidad del umbral de percepción y de la corriente de pérdida del control motor para hombres y mujeres (Dalziel, 1973). Es lógico pensar que estos valores dependen de la impedancia eléctrica que presenta el cuerpo humano, pudiendo llegarse a la conclusión que la conductividad del cuerpo humano es mayor en las mujeres debido entre otras causas a que el porcentaje de agua de las mismas es mayor.

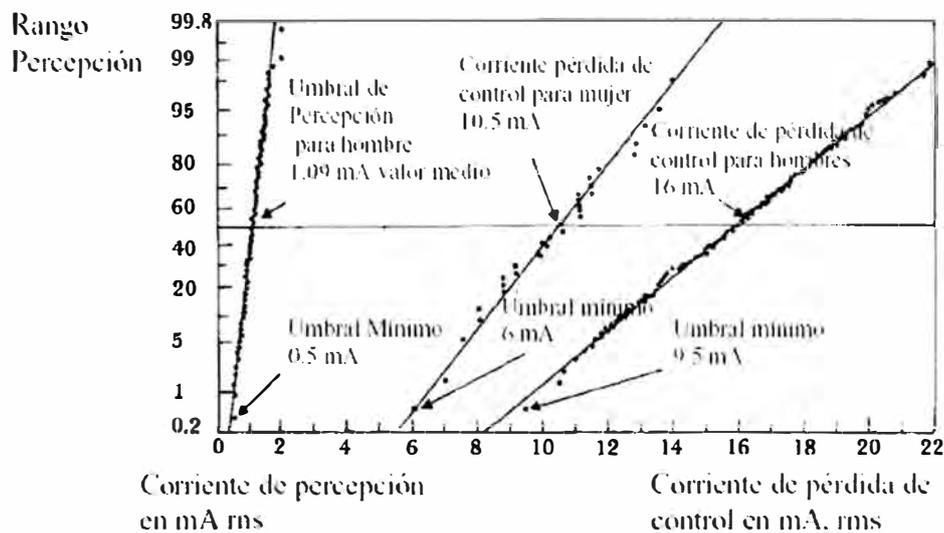


Fig. 2.4 Rango de los umbrales de las corrientes de percepción y de pérdida de control.

Frecuencia de la Corriente.- En la figura 2.5 puede observarse la relación existente entre la corriente de pérdida de control y la frecuencia de la corriente. Desafortunadamente, el valor mínimo de la frecuencia de la corriente de pérdida de control es la de las líneas de potencia comerciales (50-60 Hz). Para frecuencias por debajo de 10 Hz, el valor mínimo de la corriente de pérdida de control aumenta probablemente debido a que los músculos pueden relajarse en ciertos intervalos del ciclo de la corriente. Este valor de umbral de la corriente de percepción se mantiene más o menos constante entre 10 Hz y 100 Hz, incrementándose de nuevo para valores superiores a 100 Hz.

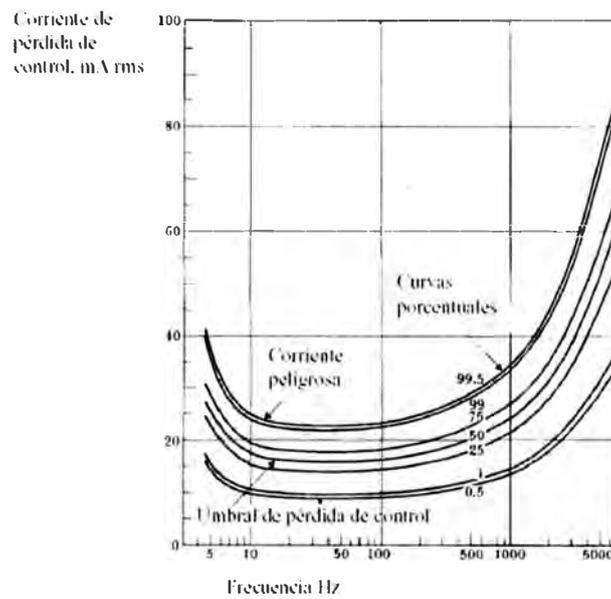


Fig. 2.5 Curva Corriente de pérdida de control - frecuencia.

Duración de la Exposición a la Corriente Eléctrica.- Un único estímulo o pulso eléctrico puede producir una fibrilación ventricular si se aplica durante el periodo vulnerable de repolarización del corazón que corresponde a la onda T del ECG.

En la figura 2.6 se muestran los umbrales de los valores de fibrilación para una corriente de 60 Hz aplicada a las extremidades de diversos animales.

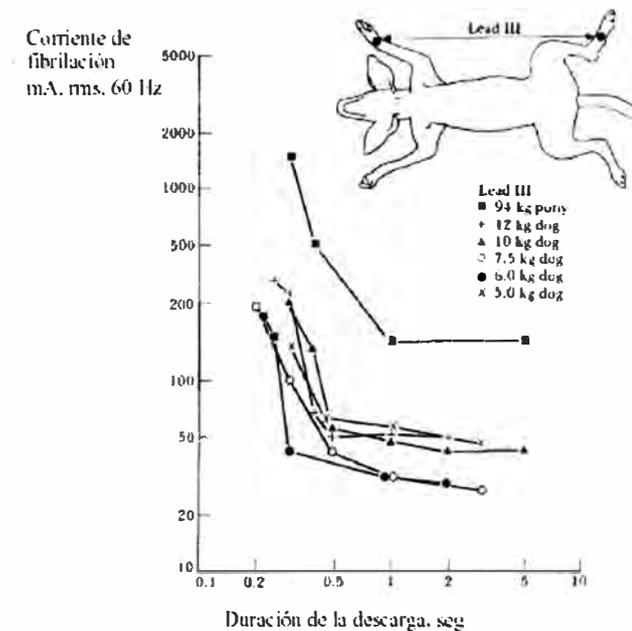


Fig. 2.6 Corrientes umbrales para producir fibrilación ventricular en animales a 60 Hz.

Peso del Cuerpo Humano.- Diversos estudios que utilizan animales de diversos tamaños muestran que el umbral de fibrilación aumenta conforme aumenta el peso del cuerpo, como se puede apreciar en la figura 2.7.

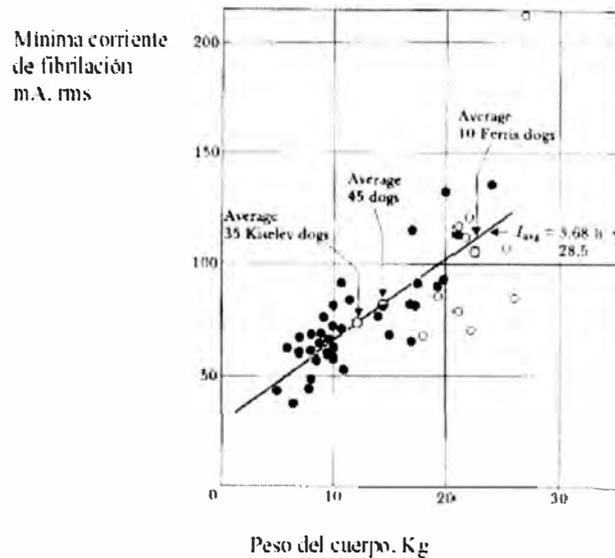


Fig. 2.7 Mínima corriente de fibrilación en función del peso.

Puntos de Entrada de la Corriente Eléctrica.- Cuando la corriente se aplica entre dos puntos cualesquiera del cuerpo humano, sólo un pequeño porcentaje de la energía o corriente total a través del corazón como se observa en la figura 2.8. De esta forma, pueden darse básicamente dos tipos de situaciones: el macroshock y el microshock. Diversos experimentos muestran que el rango de corrientes que producen fibrilación en casos de microshock es de 80 a 600 mA. El límite de seguridad ampliamente aceptado para prevenir microshocks es de 10 mA.

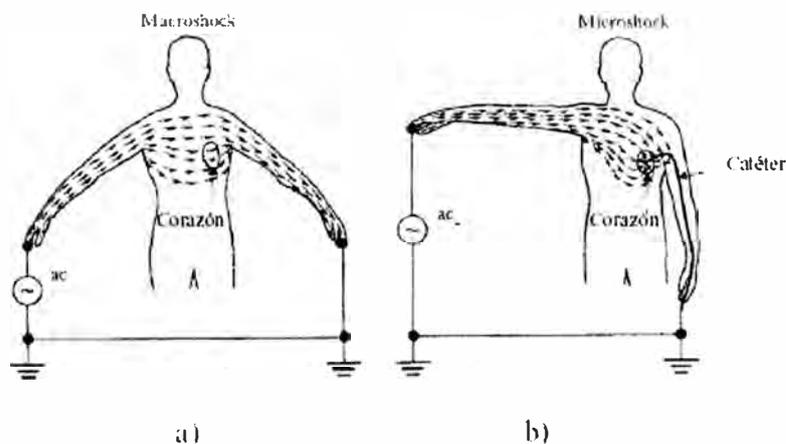
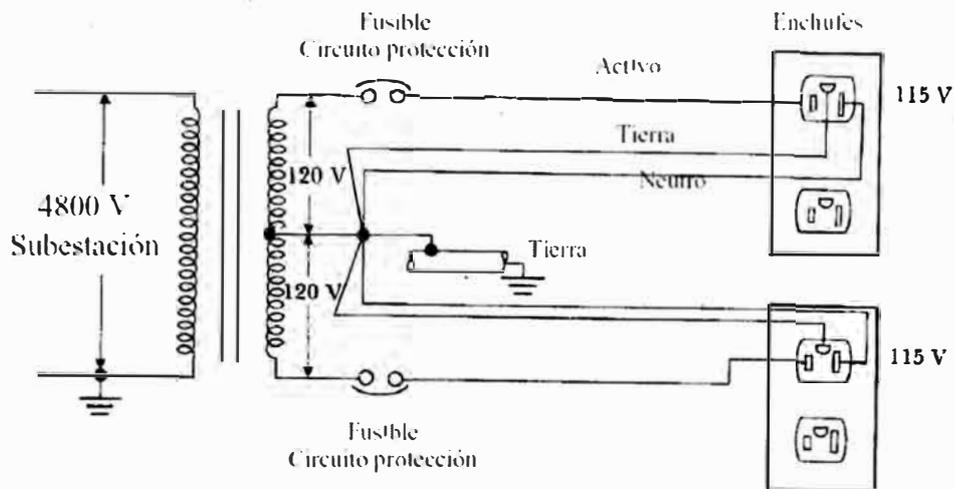
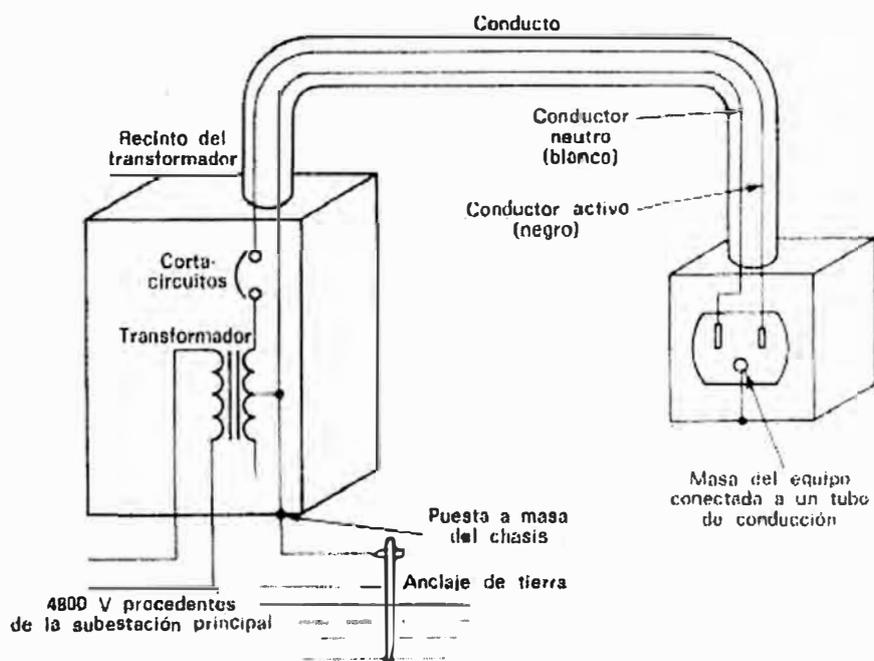


Fig. 2.8 Efectos de los puntos de entrada en la distribución de la corriente por el cuerpo.

2.14.4 Distribución de Potencia Eléctrica.- En la figura 2.9 se muestra un diagrama simplificado de un sistema de distribución de energía eléctrica. La energía se distribuye desde una subestación principal al hospital normalmente mediante cables subterráneos que transportan alta tensión (4800 V o mas). Por medio de un transformador reductor con toma central se obtiene una alimentación de 230-240 V. En las instalaciones modernas, todos los enchufes disponen de un tercer contacto denominado “toma de tierra del equipo” y que está unida a masa (tierra)



a)



b)

Fig. 2.9 a) y b) Esquema simplificado de la distribución eléctrica.

Entorno Eléctrico de los Pacientes.- El peligro de shock o descarga eléctrica existe entre dos conductores entre los que exista una diferencia de potencial (230-240 o 115-120 V). El mayor riesgo son en las áreas destinadas a cuidados (habitaciones, quirófano, etc) los pacientes entran en contacto con los equipos eléctricos por lo que el riesgo de descarga eléctrica aumenta, siendo necesario que estos equipos tengan toma de tierra para minimizar estos riesgos.

Sistemas de Alimentación Aislados.- Aunque los equipos estén bien conectados a toma de tierra, pueden existir otras descargas debido al contacto accidental de algún cable eléctrico o fallo de la conexión a tierra. Por ello, se requieren sistemas que aislen eléctricamente la red eléctrica del paciente y de esta forma se rompa el bucle de corriente y se minimicen los peligros de descarga. Este aislamiento eléctrico se realiza principalmente por medio de un transformador.

Sistemas de Alimentación de Emergencia.- Están ubicados en las unidades de cuidados intensivos se requieren sistemas de alimentación de emergencia, entran funcionamiento un cierto tiempo después de que se produzca un fallo en el sistema normal de abastecimiento de corriente eléctrica.

2.14.5 Riesgo de Descargas (shock) Debidas al Equipo Eléctrico.- Según el camino de recorrido por la corriente pueden darse dos situaciones: macroshock y microshock.

Riesgo de Macroshock.- Para exponerse al peligro de un macroshock eléctrico, una persona debe entrar en contacto simultáneamente con ambos conductores eléctricos, el activo y el neutro o dos activos a diferentes potenciales, esto se ve en la figura 2.10. No obstante, como el conductor neutro está conectado a masa, existe el mismo peligro entre el conductor activo y cualquier objeto conductor que de alguna manera esté conectado a masa.

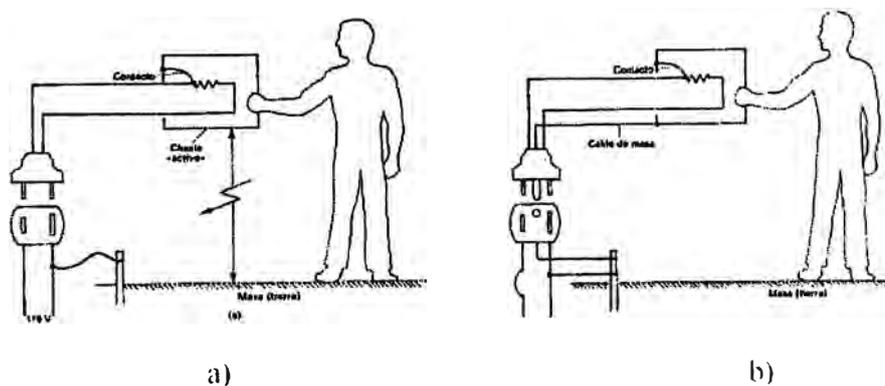


Fig. 2.10 Riesgos de macroshock.

Riesgo de Microshock.- Se pueden crear riesgos de microshock en equipos con aislamiento en perfecto estado, ver figura 2.11. El mero hecho del acoplo capacitivo entre el cable activo y la caja en el equipo eléctrico puede crear corrientes de magnitud suficientemente grande como para presentar un riesgo de microshock. Por ejemplo, una tensión de 115 V y una capacidad de sólo 200 pF producen una corriente de 10 mA. Por lo tanto, muchos electrodomésticos, lámparas y aparatos de diagnósticos o terapia presentan fugas capacitivas de corriente que sobrepasan los 10 mA. Aunque estos equipos son perfectamente seguros para trabajar en condiciones normales, pueden crear un riesgo de microshock para pacientes susceptibles a la electricidad.

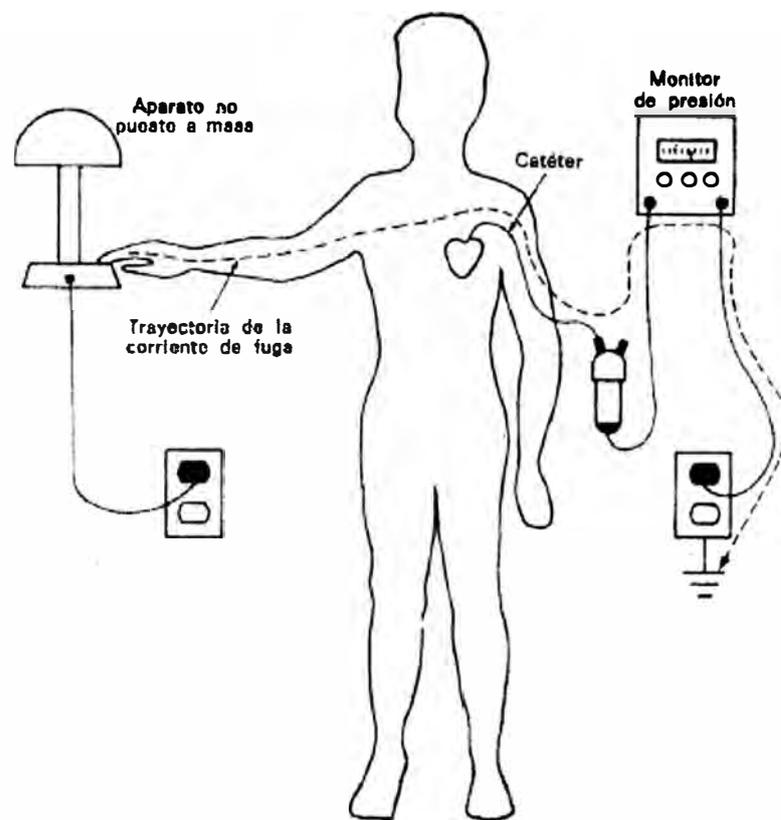


Fig. 2.11 Riesgo de microshock.

Las principales causas que pueden provocar situaciones de riesgo de microshock son las siguientes, estas se aprecian en las figuras 2.12, 2.13 y 2.14:

1.- Defecto o rotura del conductor de puesta a tierra.

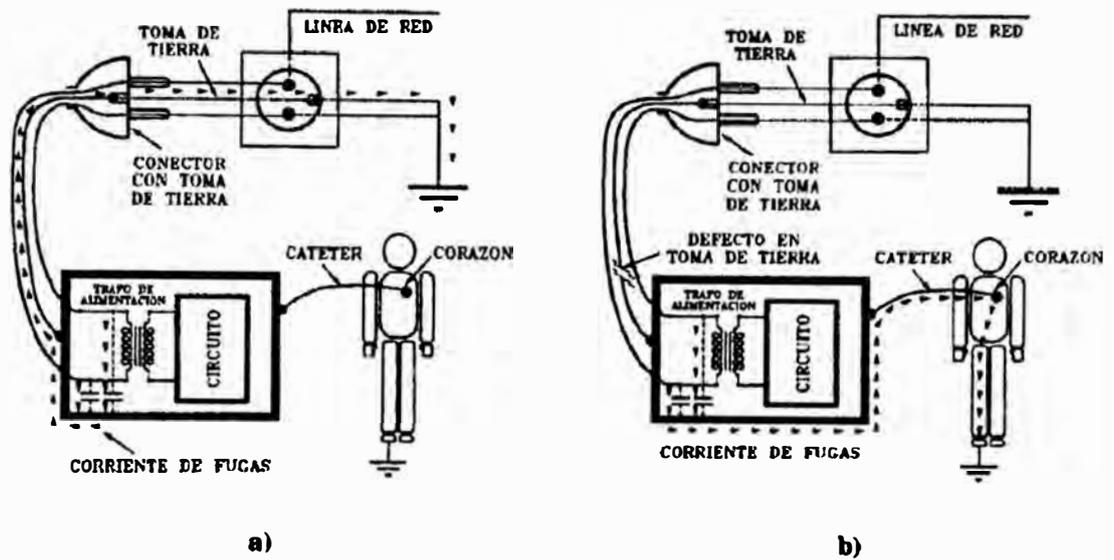


Fig. 2.12 Defecto o rotura del conductor de puesta a tierra.

2.- Superficies metálicas cercanas al paciente y no conectadas a tierra.

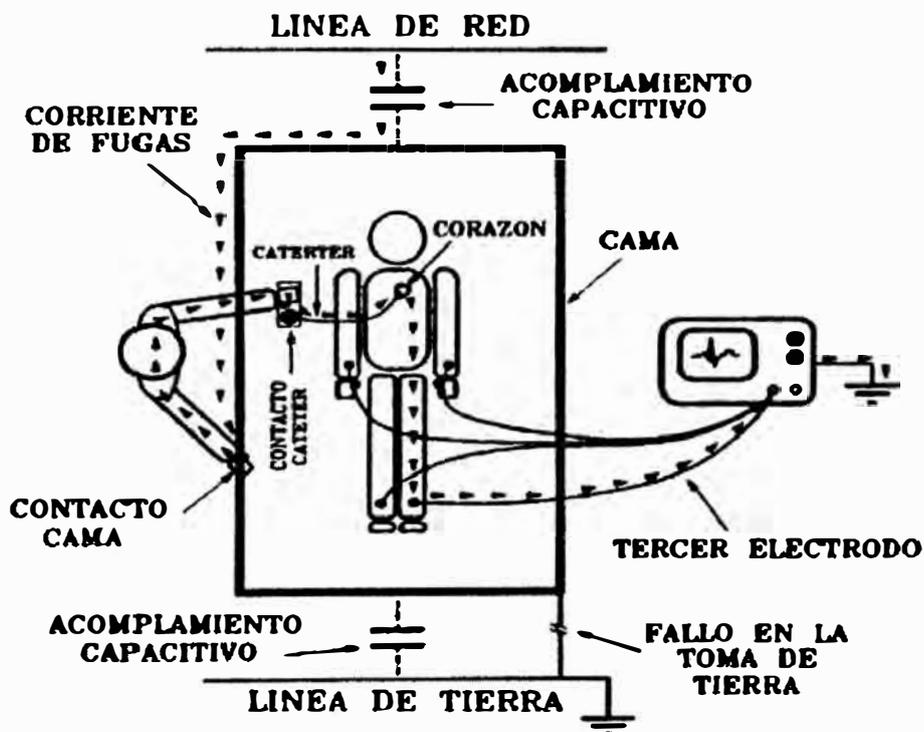


Fig. 2.13 Superficie no conectada a tierra.

3.- Equipos conectados a diferentes potenciales de masas.

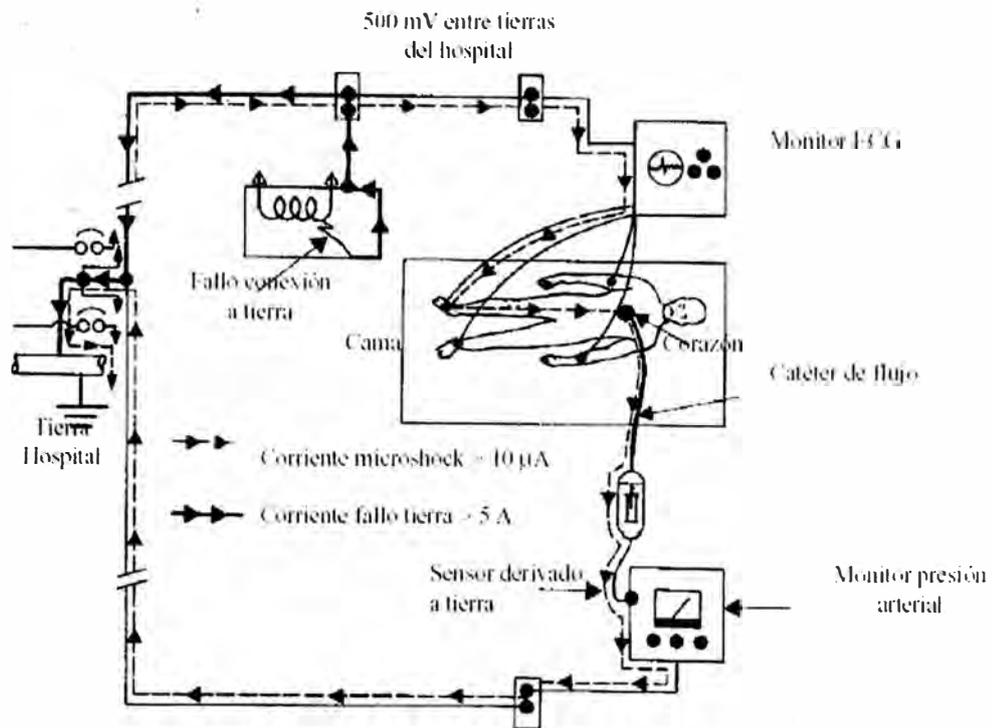


Fig. 2.14 Equipos conectados a diferentes potenciales de masa.

4.- Equipos alimentados a baterías.

2.14.6 Clasificación de los Equipos Biomédicos en Relación con la Seguridad.-

Basándose en la clasificación introducida por las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), pueden realizarse la siguiente clasificación para los equipos médicos según su capacidad de generar descargas eléctricas:

1.- Según la protección utilizada:

Clase I: Aquellos equipos en los que la protección no se obtiene sólo del aislamiento básico, sino que se incluyen precauciones auxiliares, de forma que se dispone de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente, para que no puedan estar a tensión elevada en caso de fallo de aislamiento.

Clase II: Aquellos en los que la protección no recae sólo sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un doble aislamiento o aislamiento reforzado, no existiendo provisión de una puesta a tierra de seguridad.

Clase III: Aquellos equipos en los que la protección se basa en alimentar a tensiones muy bajas de seguridad, no generándose tensiones mayores que ésta en el equipo.

Equipos con Alimentación Interna: Este tipo de equipos no proveen ninguna conexión eléctrica desde el exterior a la fuente interna en funcionamiento normal. Es decir, estarán alimentados a baterías o pilas.

2.- Según el nivel de protección:

Tipos B: Son todos aquellos equipos de las clases I, II, III o con alimentación interna que provean un adecuado grado de protección respecto a corrientes de fugas y fiabilidad de la conexión de tierra (si es el caso). Según la norma CEI, deberán ser equipos tipo B todos aquellos equipos de uso médico que no tengan una parte directamente aplicada al paciente.

Tipo BF: Aquellos de tipo B con la entrada o parte aplicada al paciente aplicada al paciente mediante circuitos flotantes. Según la norma CEI, deberán ser equipos tipo BF todos aquellos equipo que tengan una parte aplicada al paciente.

Tipo CF: Aquellos equipos de las clases I, II o alimentados internamente que permitan un alto grado de protección en relación con corrientes de fugas y con entrada flotante. Según la norma CEI, deberán ser equipos tipo CF todos aquellos en que se pueda establecer un camino directo al corazón del paciente.

Tipo H: Aquellos de las clases I, II, III o alimentados internamente que provean protección frente a descargas eléctricas comparables a las que se obtienen en los electrodomésticos.

CAPITULO III

CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS Y SISTEMAS EN UNA SALA QUIRÚRGICA

3.1 Monitorización de Parámetros

La Monitorización se define como el conjunto de técnicas de vigilancia y control de enfermos. El término procede del latín “monere”, que significa prevenir, recordar, advertir. En una sala de operaciones el anestesiólogo reconoce y valora precozmente cambios fisiológicos, potencialmente peligrosos para el paciente.

Por lo que es importante tener una monitorización fiable de un paciente, ya que los monitores mejoran la capacidad de respuesta del médico, aumentando la especificidad y precisión de los juicios clínicos, porque son capaces de realizar mediciones repetidas a frecuencia superior a la del ser humano.

Basándose en el estado médico del paciente y la complejidad de la cirugía, esta monitorización básica puede ampliarse a monitores mas sofisticados tecnológicamente y a menudo invasivos. Es por esto que es importante tener un conocimiento exacto de características fisiológicas y el principio de funcionamiento de los equipos que realizan tales monitorizaciones.

En la Tabla N° 3.1 se presenta el resumen de los principales parámetros y sus valores estándar, estos se pueden observar en la siguiente tabla.

TABLA N° 3.1 Rango y frecuencia de parámetros fisiológicos.

Parámetro o técnica de medida	Rango de medida	Frecuencia señal	Método o sensor estándar
Balisticardiografo (BCG)	0-7 mg 0-100 μ m	dc-40 dc-40	Acelerómetro Galga extensiométrica Desplazamiento (LVDT)
Presión Bladder	1-100 cm H ₂ O	dc-10	Galga extensiométrica Manómetro
Presión de la sangre	1-300 ml/s	dc-20	Flujómetro (electromagnético o ultrasonidos)
Presión arterial de la sangre	1-400 mm Hg	dc-50	Galga extensiométrica Manómetro
Presión venosa de la sangre	0-50 mm Hg	dc-50	Galga extensiométrica Oscultación, Cuff
pH sangre	6.8-7.8 pH	dc-2	Electrodos específicos
volumen minuto	4-25 litros/minuto	dc-20	Tinte, Flujómetro
Electrocardiograma (ECG)	0.5-4 mV	0.01-250	Electrodos superficiales
Electroencefalograma (EEG)	5-300 μ V	dc-150	Electrodos en el cuero cabelludo
Electromiograma (EMG)	0.1-5 mV	dc-10,000	Electrodos de aguja
Electrooculograma (EOG)	50-3500 μ V	dc-50	Electrodos de contacto
Electroretinograma (ERG)	0-900 μ V	dc-50	Electrodos de contacto
Respuesta galvánica de la piel (GSR)	1-500 K Ω	0,01-1	Electrodos de piel
pH gástrico	3-13 pH unidad	dc-1	Electrodo de pH Electrodo de antimonio
Presión gastrointestinal	0-100 cm H ₂ O	dc-10	Galga extensiométrica Manómetro
Fuerza gastrointestinal	1-50 g	dc-1	Desplazamiento
Potenciales nerviosos	0.01-3 mV	dc-10,000	Electrodos de aguja o superficiales
Fonocardiograma	rango dinámico de 80dB, umbral 100 μ Pa	5-2000	Micrófono
Pletismógrafo (cambio volumen)	En función del órgano medido	dc-30	Desplazamiento de cámara o cambio de impedancia
Flujo de aire Neumotacografía	0-600 litros/minuto	dc-40	Neumotacógrafo y presión diferencial
Ratio de respiración	2-50 por minuto	0,1-10	Galga extensiométrica Termistor nasal
Temperatura corporal	32-40 °C	dc-0.1	Termistores Termopares

3.1.1 Monitorización del Electrocardiograma (ECG)

Monitores de ECG

CODIGO UMDNS [12-599]

Monitores de ECG, Telemétricos

CODIGO UMDNS [13-988]

Propósito.- El electrocardiograma (ECG o EKG) representa la actividad eléctrica de las células de un corazón como se aprecia en la Figura 3.1 b). Este impulso es generado en un pequeño grupo de células conocido como *nodo sinusal* o *nódulo de Keith-Flach*. Este nodo se encuentra localizado en la parte superior de la aurícula derecha en la desembocadura de la vena cava superior, este grupo de células es el principal marcapasos del corazón por su capacidad de producir un mayor número de despolarizaciones por minuto (90-60 lat/min) ver Figura 3.1 a). El estímulo se propaga por todo el miocardio auricular produciendo su contracción. Posteriormente este estímulo alcanza la unión atrioventricular, que está a su vez conformada por tejido automático (*nodo de Aschoff-Tawara*) y por tejido de conducción (*haz de His*). De aquí surgen dos ramas, la *izquierda* y la *derecha*, por donde el estímulo eléctrico se distribuye por ambos ventrículos a través del *sistema de Purkinje*.

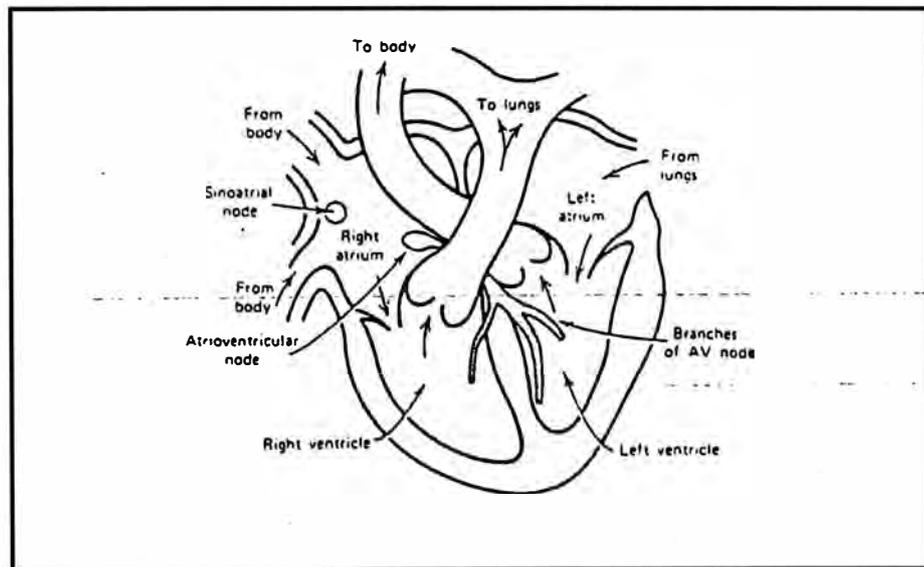


Fig. 3.1 a) Corazón

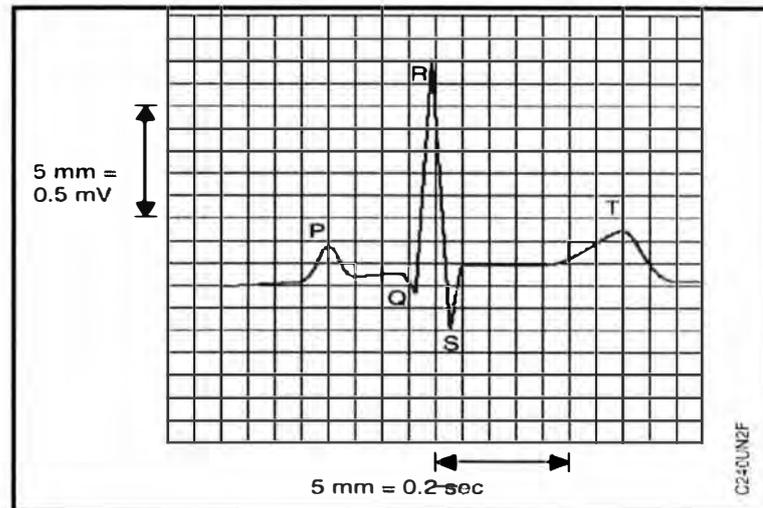


Fig. 3.1 b) Onda cardíaca

El electrocardiograma revela si el latido del corazón es regular, si la actividad de sus cuatro cavidades es correcta. Los impulsos eléctricos que tienen lugar en el corazón son transmitidos hasta la superficie corporal. La colocación de una serie de sensores o electrodos en la piel permite detectar estas señales eléctricas y transformarlas en una representación gráfica.

Onda de ECG.- La representación visual del ECG de un paciente en un osciloscopio es útil para la detección de: arritmias cardiacas, isquemia miocárdica que se manifiesta por una depresión del segmento ST, y cambios electrolíticos, especialmente del potasio.

Onda P: Representa la despolarización de ambas aurículas. Duración menor de 100ms y su voltaje no excede los 2,5mV.

Intervalo PR: Período de inactividad eléctrica correspondiente al retraso fisiológico que sufre el estímulo en el nodo atrio ventricular. Su duración debe estar comprendida entre los 120 y los 200 ms.

Complejo QRS: Representa la despolarización de ambos ventrículos. Su duración debe estar comprendida entre los 80 y 100 ms.

Segmento ST: Desde el final del QRS hasta el inicio de la onda T.

Onda T: Corresponde a la repolarización ventricular, apareciendo al final del segmento ST.

Intervalo QT: Comprende desde el inicio del QRS hasta el final de la onda T y representa la despolarización y repolarización ventricular. Su duración estará comprendida entre los 320 y 400 ms.

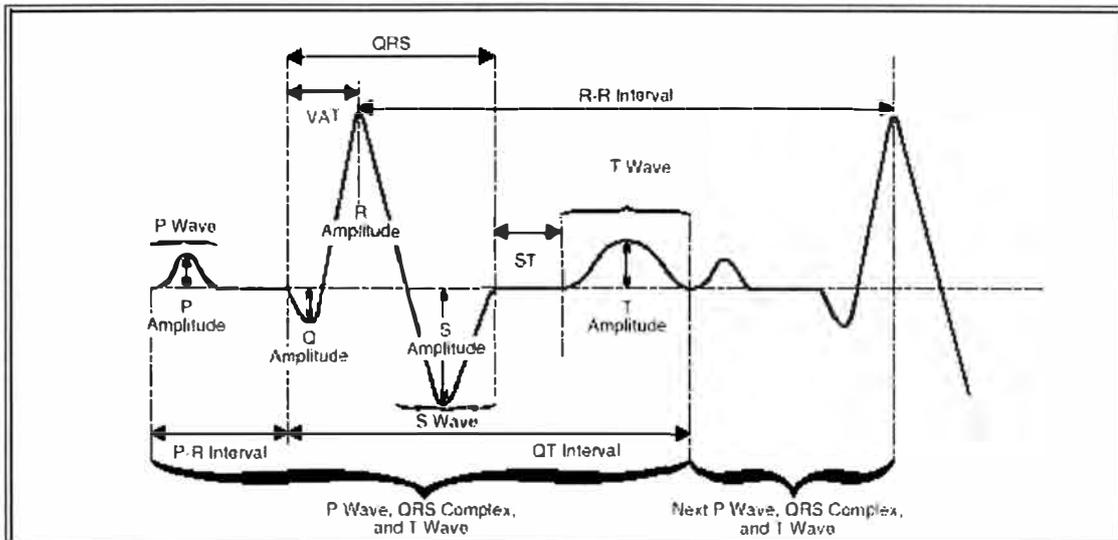


Fig. 3.2 Onda cardiaca. Una típica señal de ECG que consiste de una onda P, complejo QRS, y onda T.

Derivaciones del ECG.- Un ECG normal está compuesto por doce derivaciones diferentes, de esta forma obtenemos una "imagen eléctrica" tridimensional de la función cardiaca, lo cual nos ayuda a localizar que parte del corazón puede sufrir alguna alteración. Estas se dividen en tres grupos:

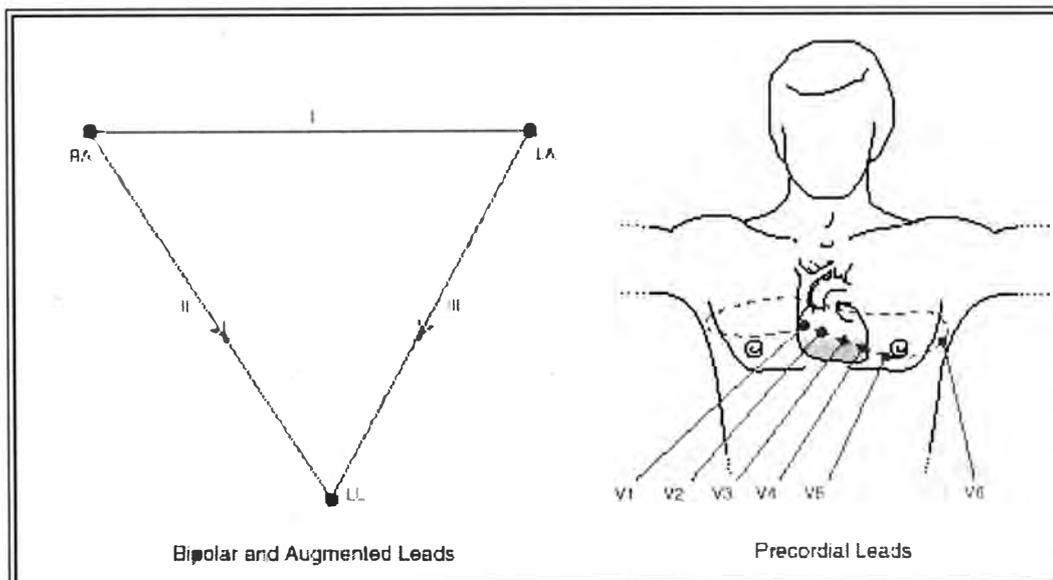


Fig. 3.3 Derivaciones de la onda cardiaca

Derivaciones Bipolares de las Extremidades: Registran la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos:

Derivación I: entre brazo izquierdo (+) y brazo derecho (-).

Derivación II: entre pierna izquierda (+) y brazo derecho (-).

Derivación III: entre pierna izquierda (+) y brazo derecho (-).

Para calcular el eje usando las derivaciones DI, DII, DIII, aDR, aVL y aVD:

Derivaciones Monopolares de los Miembros: Registran las variaciones de potencial de un punto con respecto a otro que se considera con actividad eléctrica. Se denominan aVR, aVL y aVF, por:

a: significa aumento y se obtiene al eliminar el electrodo negativo dentro del propio aparato de registro.

V: Vector.

R (right), L (left) y f (foot): según el lugar donde se coloque el electrodo positivo, brazo derecho, brazo izquierdo o pierna izquierda.

Derivaciones Precordiales (Wilson): el electrodo se coloca en:

V_1 : 4° espacio intercostal derecho, línea paraesternal derecha.

V_2 : 4° espacio intercostal izquierdo, línea paraesternal izquierda.

V_3 : simétrico entre V_2 y V_4 .

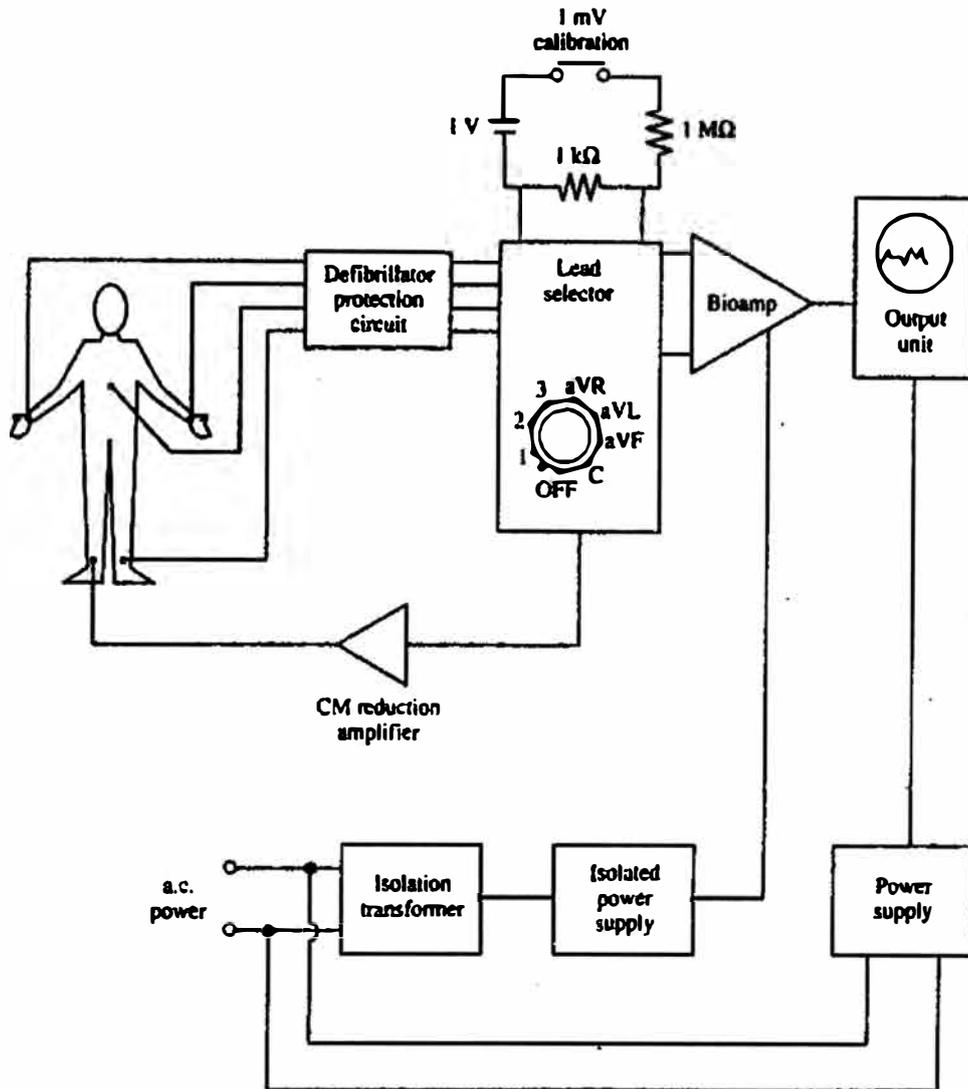
V_4 : 5° espacio intercostal izquierdo, línea medioclavicular.

V_5 : 5° espacio intercostal izquierdo, línea anterior axilar.

V_6 : 5° espacio intercostal izquierdo, línea axilar media.

Principio de Funcionamiento.- El principio de funcionamiento se basa principalmente en la amplificación electrónica de los potenciales del corazón, que es amplificada, esta señal es tratada para que se displaye en un monitor.

Diagramas de Bloques del ECG.- Un equipo de ECG de la figura 3.4 amplifica una señal de ECG y displaya esto en una unidad de salida



A simplified block diagram of an ECG.

Fig. 3.4 Diagrama de bloques de un ECG

3.1.2 Monitorización de la Saturación de Oxígeno (SpO₂)

Pulso Oxímetro

CODIGO UMDNS [17-148]

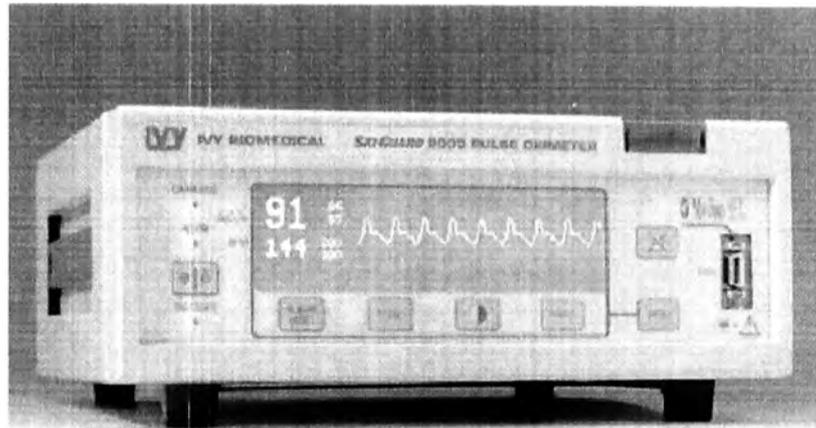
Oxímetros de Pulsos, Telemétricos

CODIGO UMDNS [17-667]

Introducción.- Algunos años antes de que Clark diseñara el electrodo para medir la SpO₂ ya había estudios sobre la Saturación de **Oxígeno** (SatO₂) aplicados a los aviadores de la II Guerra Mundial que fallecían por hipoxia durante sus vuelos.

De estas aplicaciones se basó el primer pulsioxímetro comercializado por Hewlett-Packard. Este equipo utilizaba ocho longitudes de onda distintas de una luz procedente de un filtro de disco rotatorio y que se transmitía mediante un cable de fibra óptica. Su gran tamaño y la necesidad de realizar mediciones solamente durante cortos períodos de tiempo

lo hicieron poco útil. En 1974 Takuo Aoyagi pone las bases de la pulsioximetría tal y como la conocemos actualmente, pero aún se necesitaron unos años hasta que la tecnología fue suficientemente asequible para su comercialización, en parte gracias a la aparición de los **LED** (diodos emisores de luz) y a la incorporación de la microinformática.



P194UN9A

Fig. 3.5 Pulso Oximetro con onda pletismografica.

Propósito.- La pulsioximetría se basa en dos principios: en que la oxihemoglobina y la desoxihemoglobina presentan diferentes absorciones de luz, la cantidad de luz roja e infrarroja absorbida por la sangre es función de la saturación de oxígeno de la hemoglobina.

Durante la sístole, entra un nuevo pulso de sangre arterial en la base vascular y aumentan el volumen de sangre y la absorción de luz. Durante la diástole, el volumen de sangre y la absorción de luz alcanzan su punto mínimo. El monitor basa sus mediciones de SpO₂ en la diferencia entre la absorción máxima y la mínima (es decir, las mediciones en la sístole y la diástole). De este modo, el monitor se centra en la absorción de luz por parte de la sangre arterial pulsátil, eliminando los efectos de los absorbentes no pulsátiles como los tejidos, los huesos y la sangre venosa.

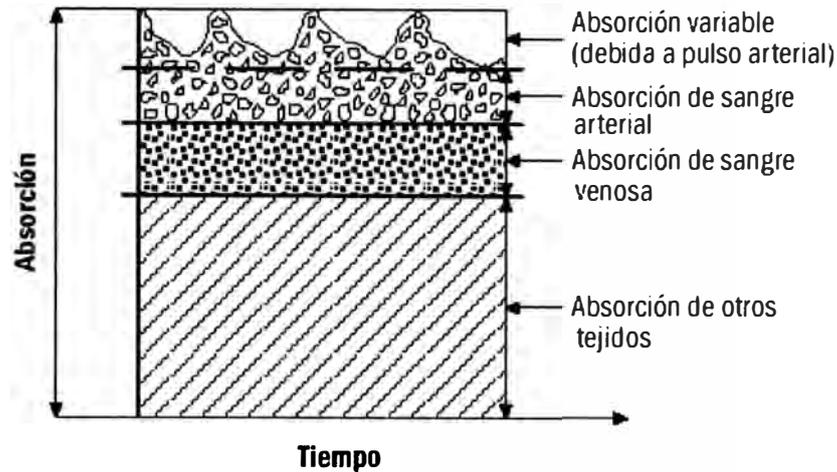


Fig. 3.6 Esquema de absorción del tejido.

Calibración automática.- Dado que la absorción de luz por parte de la hemoglobina depende de la longitud de onda y que la longitud de onda media de los LED varía, el Oxímetro debe conocer la longitud de onda media del LED rojo del sensor para medir con precisión el SpO₂. Durante la fabricación, la longitud de onda media del LED rojo se codifica en un resistor del sensor.

Saturación funcional frente a saturación fraccionaria.- La saturación funcional (hemoglobina oxigenada expresada como porcentaje de la hemoglobina que es capaz de transportar oxígeno), no detecta cantidades significativas de hemoglobina disfuncional, como pueden ser la carboxihemoglobina o la metahemoglobina. Por el contrario, los hemoxímetros informan de la saturación fraccionaria (hemoglobina oxigenada expresada como porcentaje de toda la hemoglobina medida, incluidas las hemoglobinas disfuncionales). Para comparar las mediciones de saturación funcional con las de un instrumento que mide la saturación fraccionaria, deberán convertirse las mediciones fraccionarias utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{saturación funcional} = \frac{\text{saturación fraccional}}{100 - (\% \text{carboxihemoglobina} + \% \text{metahemoglobina})} \times 100$$

Saturación medida frente a saturación calculada.- Si la saturación se calcula a partir de la presión parcial del oxígeno (PO₂) del gas en la sangre, el valor calculado puede diferir de la medición de SpO₂ de un pulsioxímetro. Esto normalmente se debe a que la saturación calculada no se ha corregido adecuadamente para los efectos de las variables que desplazan

la relación entre PO₂ y saturación (Figura 3.7): pH, temperatura, presión parcial del dióxido de carbono (PCO₂), 2,3-DPG y hemoglobina fetal.

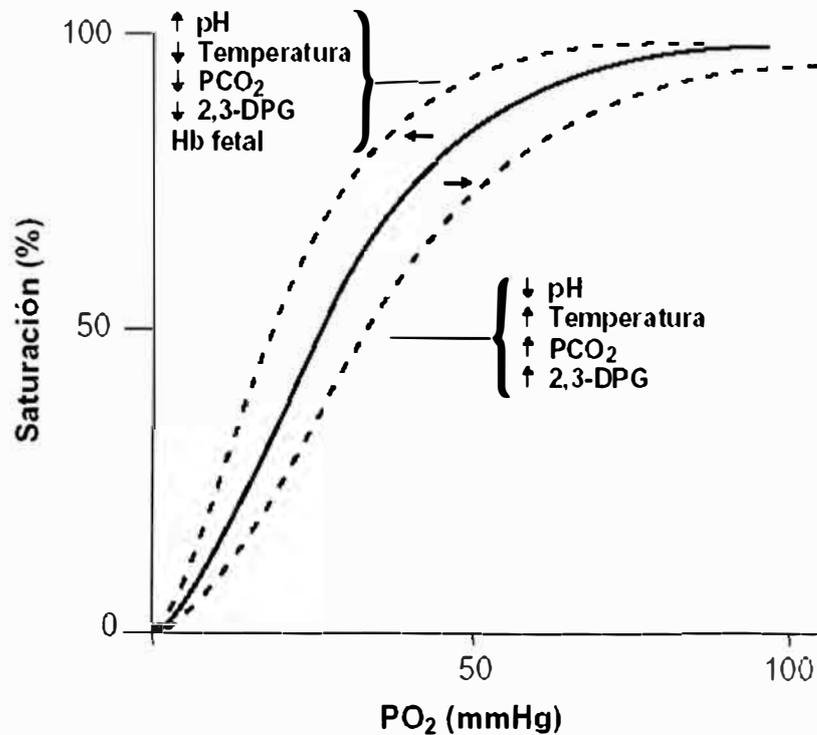


Fig. 3.7 Curva de disociación de la oxihemoglobina

El pulsioxímetro es muy preciso con saturaciones entre 70- 100% (margen de error del 2%), y algo menos con SpO₂ entre 50-70% (5%) pero su fiabilidad disminuye con saturaciones inferiores al 50%. La saturación de Oxígeno debe de ser mayor del 95%.

Para el uso adecuado del pulsioxímetro es necesario conocer sus limitaciones fisiológicas y técnicas. Pueden influir en la pulsioximetría: las dishemoglobinemias, determinados contrastes, el esmalte de uñas, la luz ambiental, el bisturí eléctrico, artefactos por movimiento y ruidos de fondo. Se han comunicado quemaduras y lesiones por presión, incluso necrosis, de forma excepcional.

Principio de Funcionamiento.- El color de la sangre varía dependiendo de lo saturada de oxígeno que se encuentre, debido a las propiedades ópticas del grupo hemo de la molécula de hemoglobina. Cuando la molécula de hemoglobina libera oxígeno pierde su color rosado, adquiriendo un tono más azulado y deja pasar menos la luz roja.

Así pues el pulsioxímetro determina la saturación de oxígeno midiendo espectrofotométricamente el "grado" de azules de la sangre arterial y expresa esta "azulez" en términos de saturación. Dado que la absorción de luz de los tejidos y de la sangre

Input amplifier and auto gain control circuit

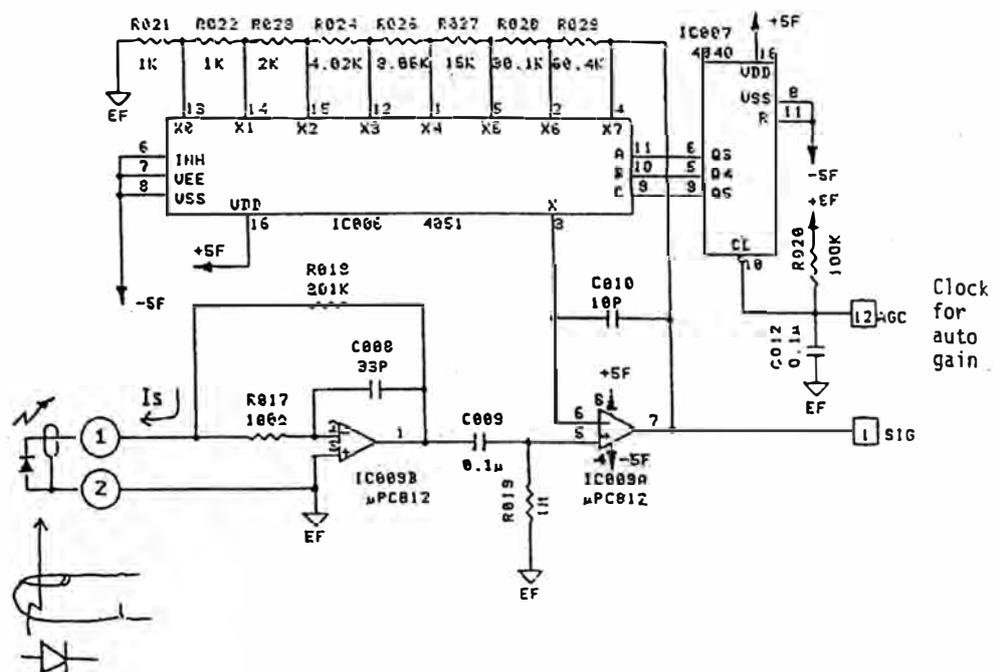


Fig. 3.10 Curva de la luz Roja e Infrarroja

3.1.3 Monitorización de Capnografía (CO₂)

Monitor de CO₂, Gas Exhalado

CODIGO UMDNS [16-938]

Capnógrafos

CODIGO UMDNS [18-345]

Monitores de Dióxido de Carbono

CODIGO UMDNS [17-224]

Propósito.- La capnografía permite medidas continuas de dióxido de carbono (CO₂) en el aire inspirado y espirado por el paciente. Esta medición se realiza generalmente cerca del tubo endotraqueal. Permite la evaluación de la ventilación alveolar y en menor medida, del estado de la circulación. Alteraciones en la ventilación, el gasto cardiaco, la distribución del flujo sanguíneo pulmonar y la actividad metabólica influyen en el análisis cuantitativo de CO₂ en el aire espirado y en la curva de capnografía.

Principio de Funcionamiento.- La capnografía es la medida y representación numérica de la concentración de CO₂ en el aire inspirado y espirado. El capnograma, o curva de capnografía, es la representación continua de la concentración de CO₂ en la vía aérea del paciente durante la ventilación.

El monitor de CO₂ usa absorción infrarroja para medir PCO₂ en una exhalación de la respiración. De los gases respirados, únicamente el CO₂ y vapor de agua absorben selectivamente específicas longitudes de ondas de luz IR. Por que la cantidad de luz IR absorbida es proporcional a la concentración de moléculas de CO₂, las muestras de

concentración de CO₂ puede ser determinado por comparación de su absorbancia de una muestra conocida. El sensor de un monitor consiste de una fuente de luz IR, filtro óptico, cámara de muestra, cámara de referencia y detector. La luz de una fuente de luz IR (bulbo de luz o diodo de emisión), traspasa el filtro óptico excluyendo las longitudes de onda excepto aquellos correspondiente al pico de absorción de CO₂.

El CO₂ medido por el monitor es usualmente expresado como una presión parcial en mm Hg o torr (ambos son aproximadamente equivalentes). Algunos monitores se displaya el porcentaje de CO₂, donde el PCO₂ es dividido por la presión atmosférica. Por ejemplo, si el PCO₂ es 38 mm Hg, y la presión atmosférica es 760 mm Hg, el porcentaje de CO₂ es 5.

La medición de la concentración de CO₂, está directamente localizada en el circuito de respiración del paciente (mainstream), para prevenir la condensación de vapor, se usa un calentador para mantener el sensor a una temperatura por encima de la temperatura del paciente. También se puede medir remotamente, por muestreo del circuito de respiración del paciente (sidestream) a través de una pequeña bomba de succión que aspira el gas exhalado el paciente a través de un tubo capilar hacia el sensor y trampa de agua,

La medición espectrofotometría de la luz IR de CO₂ puede ser afectada por cambios en la presión atmosférica, vapores atmosféricos, alcohol, N₂O, O₂ y vapor de agua.

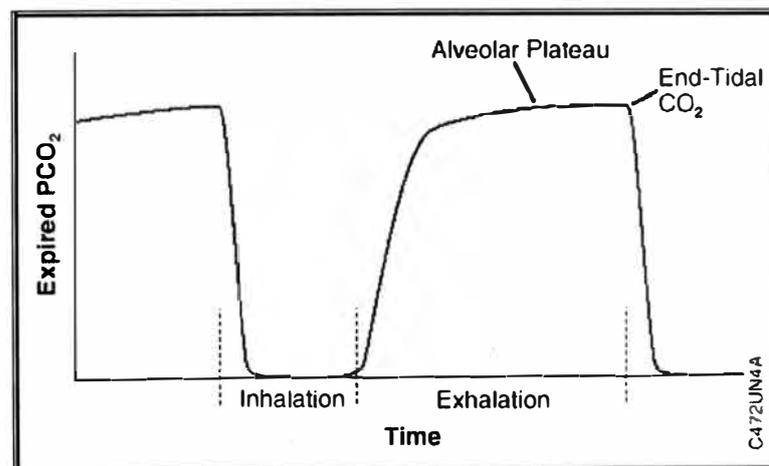
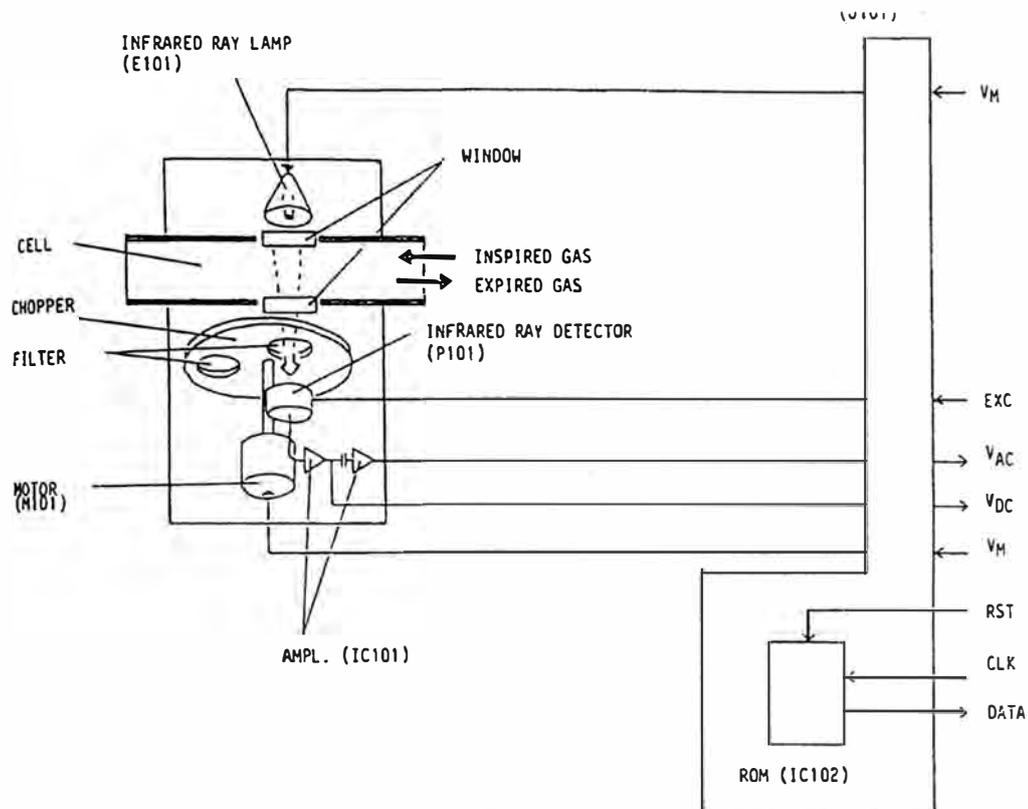


Fig. 3.11 Onda de Capnografía

La utilidad de la capnografía depende del conocimiento de la relación entre el CO₂ arterial, alveolar y al final de la espiración. Este concepto supone que la ventilación y la

perfusión son adecuadas y que el CO₂ se difunde fácilmente a través de la membrana alveolo-capilar.



- VDC..... Voltaje DC que indica el valor de la resistencia del detector de Rayos Infrarrojos
- VAC..... Voltaje AC incluye señal V4.3 (alterado por presión parcial de CO₂) y señal V3.7 (no afectado por gas CO₂, usado para referencia)
- DATA..... Coeficiente de compensación para calcular el valor de CO₂, datos serial de 256 bit, almacenado en un chip ROM dentro de cada sensor de CO₂ (datos linealizados)
- EXC..... -5V ±2% voltaje para manejar (excitar) el detector de rayos infrarrojos.
- VH..... +12V ±2% voltaje para manejar (calor) de la lámpara de rayos infrarrojos.
- VM..... +2.4V ±2% voltaje para manejar el motor del disco de corte.
- RST..... Pulso de reset del ROM, intervalo de 1024 msec.
- CLK..... Señal de reloj 250 Hz.

Fig. 3.12 Diagrama de un sensor de Capnografía

Factores que Pueden Cambiar la ETCO₂

Cambios en la producción y/o eliminación de CO₂

Aumento o disminución del metabolismo

Hipertermia, Hipotermia

Hipertiroidismo, Hipotiroidismo

Hipo ventilación, Hiperventilación

Sepsis

Temblores

Reinhalación

Hipo perfusión

Embolia pulmonar

3.1.4 Monitores de Temperatura

Monitor de Temperatura de Paciente CODIGO UMDNS [14-034]

Monitores de Temperatura, Electrónicos CODIGO UMDNS [18-300]

Monitores de Temperatura CODIGO UMDNS [12-672]

Monitores de Temperatura, Telemétricos CODIGO UMDNS [13-990]

Propósito.- Monitorizar la temperatura durante la administración de anestesia general, tratamiento de hipotermia y hipertermia, tal como una recuperación post quirúrgica. Ellos pueden monitorizar la temperatura media (temperatura arterial), la temperatura aproximada (la temperatura de las regiones internas de el cuerpo, tal como el recto, cráneo, tórax, y abdomen), y/o temperatura de la superficie (tal como la piel y sub cutánea). Muchos monitores electrónicos aceptan un ancho rango de sondas (ejemplo esófago, rectal, miocardial) para permitir una medición de varias partes del cuerpo. Estas sondas pueden ser reusables o descartables.

Principio de Funcionamiento.- La Sonda de monitorización de una lectura continua esta hecha de un termistor o termocupla. Termistor esta compuesta de un metal pesado (por ejemplo, manganeso, níquel, cobalto, acero o zinc), la resistencia de estos metales disminuye o aumenta con la temperatura, esta variación de resistencia de esta manera puede ser convertida a una lectura de temperatura. El Termistor tiene un tiempo de respuesta rápida y barata, pequeños en tamaño, y altamente sensitivas al cambio de temperatura.

Los sensores de Termocuplas consisten de dos metales diferentes (tal como el cobre y constantan, una aleación de cobre-níquel) unidos juntos a dos puntos (unión). Cuando la

unión de los dos metales está a diferentes temperaturas, ellos generan un voltaje proporcional a la diferencia de voltaje. Uno de los dos metales se mantiene a una constante temperatura (la unión de referencia), cuando la segunda es expuesta a la temperatura del cuerpo a través de la unión de medición, produciendo un voltaje que es medido y convertido a una lectura de temperatura. La sonda de termocupla son exactas, pequeñas, muy estables, y responden rápidamente a los cambios de temperatura.

Muchos equipos miden la temperatura de la superficie de la piel, la temperatura aproximada, o la temperatura actual. Una sonda de piel está hecha como una punta pequeña al final del cable o un pequeño disco, el cual se adhiere al cuerpo con una cinta adhesiva.

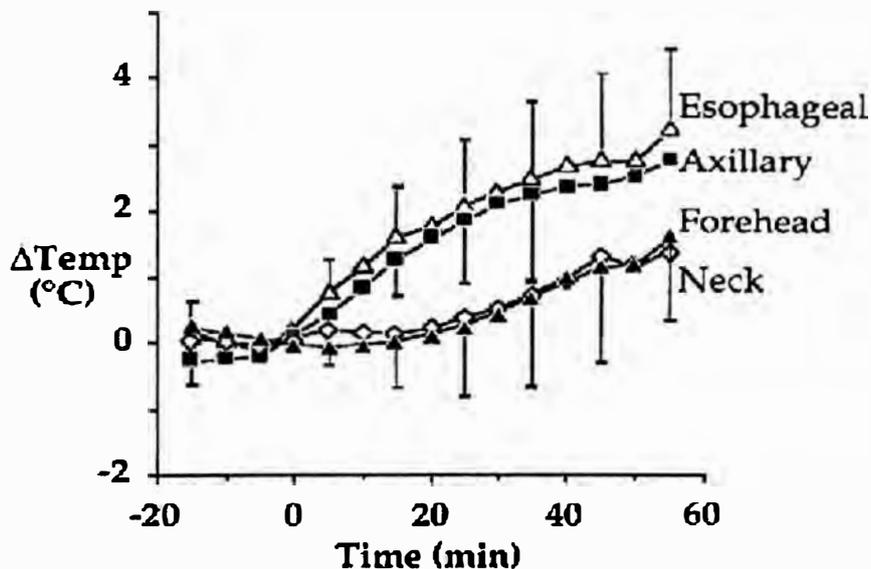


Fig. 3.13 Gráfico de la variación de la temperatura con el tiempo

3.1.5 Presión Arterial No Invasiva

Monitores de Presión

CODIGO UMDNS [16-762]

Propósito.- Los Monitores de presión de la sangre miden la presión arterial, el cual es producido por la contracción del corazón y constantemente cambia sobre el curso del ciclo cardiaco. Tres valores de presiones de la sangre expresada en milímetros de mercurio (mm Hg) sobre la presión atmosférica, son típicamente obtenidas.

La presión sistólica es la máxima presión el cual ocurre durante la contracción ventricular. La presión diastólica es la mínima presión durante el ciclo, ocurre durante el

llenado ventricular ocurrida durante las contracciones. La presión arterial media (MAP), es el valor medio de la presión de la sangre sobre el ciclo cardiaco.

Principio de Funcionamiento.- El método automático mas comúnmente usado de la medición NIBP es el método oscilométrico, consiste en un brazalete inflable envuelto en un brazo del paciente. Los pulsos arteriales crean fluctuaciones dentro de la bolsa de caucho, estas fluctuaciones son detectadas por un transductor conectado a la manguera del brazalete.

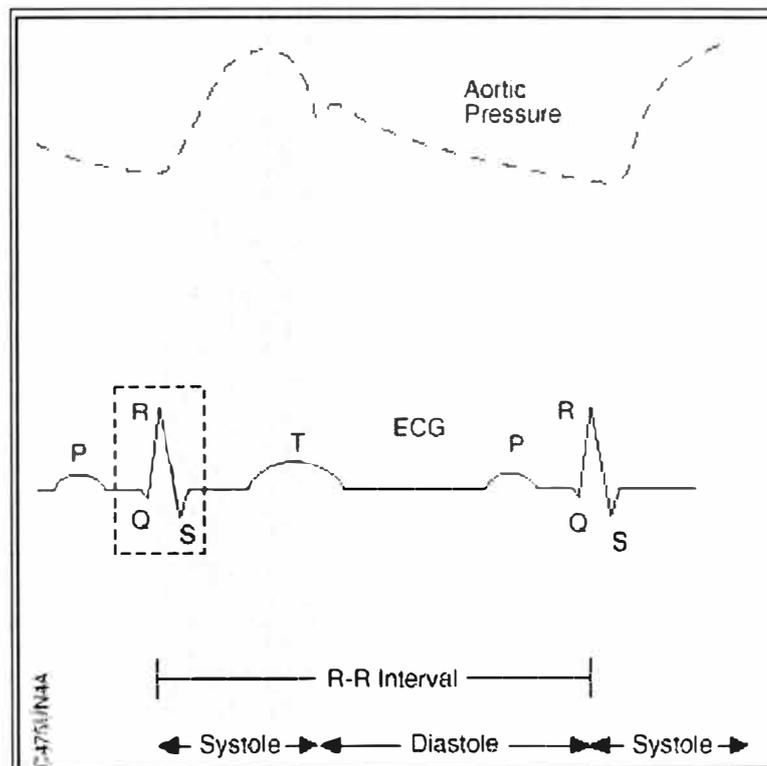


Fig. 3.14 Relación de la onda de ECG con la presión de la sangre

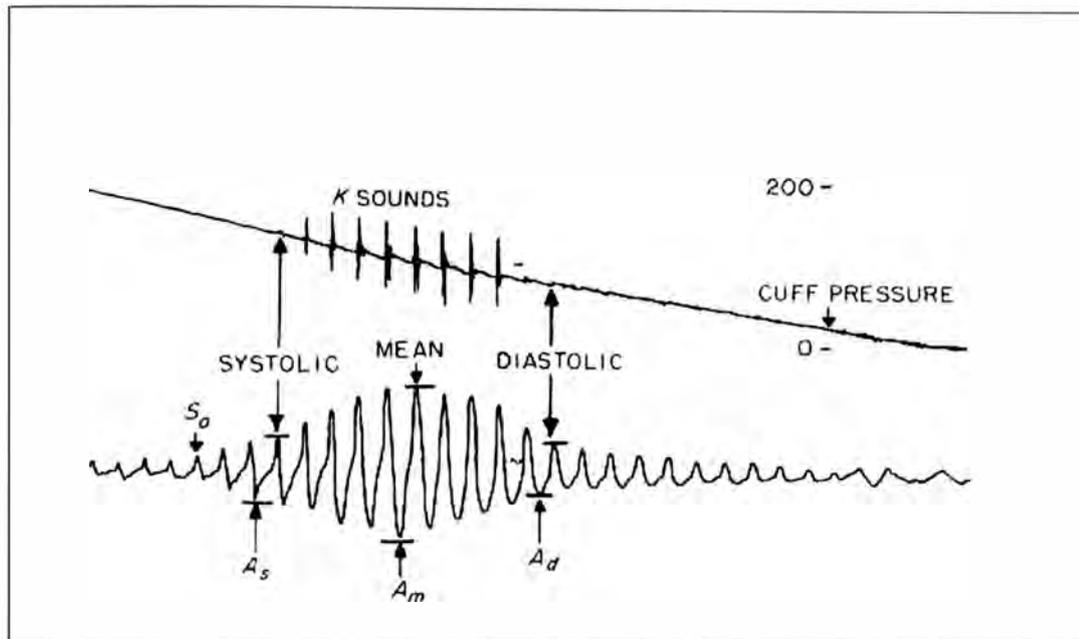


Fig. 3.15 Gráfico de la onda de presión de la sangre.

3.1.6 Agentes Anestésicos Inhalatorios

Introducción.- Los Agentes anestésicos Inhalatorios (AAI) son sustancias volátiles empleadas en algunos procedimientos quirúrgicos tanto sobre humanos como sobre animales para aumentar el umbral de sensibilidad al dolor y eliminar el estado de vigilia.

Los primeros estudios acerca de los efectos nocivos de los AAI en los trabajadores son debidos a Hewit en 1893. Kirschner (1925) y en 1929 Hirsch y Kappurs determinaron las alteraciones que se producían con los gases anestésicos tanto agudas como crónicas. Werthmann en 1948, definió la intoxicación crónica con las alteraciones hematológicas que produce. Perthes y Wieloch en 1925, Zaijetr en 1927, y Holscher en 1928 diseñaron mecanismos para disminuir la contaminación por AAI en los quirófanos.

Por esta razón se deben tomar medidas dirigidas a la vigilancia y protección de la salud de los trabajadores expuestos, que reduzcan o anulen el riesgo derivado de la inhalación de agentes anestésicos.

Criterios de Aplicación.- Aunque en la actualidad se utiliza un número restringido de AAI, se consideran como tales todos los que se presentan en el siguiente cuadro:

Anestésicos líquidos volátiles				Gases anestésicos	
ÉTERES		HIDROCARBUROS HALOGENADOS		INORGÁNICOS	ORGÁNICOS ALICÍCLICOS
ÉTERES SIMPLES	ÉTERES FLUORADOS	SIMPLES	FLUORADOS	-Protóxido de nitrógeno	-Cidopropano -Trimetileno
-Éter -Éter dietílico -Éter etílico -Óxido de etilo	-Metoxiflurano (Pentrane) -Isoflurano (Forane) -Desflurano -Sevo flurano -Enflurano (Ethrane)	-Cloroformo -Cloruro de etilo (cloroetano) -Tridoro etileno (Trilene)	-Halotano (Fluothane)		

Fig. 3.16 Agentes anestésicos.

Los AAI más empleados en la actualidad son: óxido nitroso, halotano, enflurano, isoflurano, sevoflurano y desflurano. El hecho de que se usen cada vez con mayor frecuencia los agentes intravenosos permite que las concentraciones utilizadas sean progresivamente más bajas.

Exposición del Personal.- La exposición profesional a AAI depende cuantitativamente de la utilización de sistemas adecuados de extracción de gases junto con sistemas de ventilación que produzcan un número suficiente de renovaciones, que se cifra en un mínimo de 10 intercambios de aire por hora en la sala de operaciones.

Vías de penetración. La vía inhalatoria es la única relevante como modo de entrada al organismo, aunque existen otras como la digestiva, piel y mucosas.

Distribución / Eliminación.- Como ya queda dicho, los AAI más empleados en la actualidad son:

- Óxido nitroso,
- Halotano,
- Enflurano,
- Isoflurano,
- Sevoflurano y
- Desflurano.

De los agentes enunciados, sólo el óxido nitroso es un gas a temperatura y presión ambientales. Los otros cinco compuestos son líquidos orgánicos volátiles.

3.2 Equipos Básicos

3.2.1 La Máquina de Anestesia

Maquina de Anestesia

CÓDIGO UMDNS [10-134]

Introducción.- Inicialmente los primeros dispositivos para administrar anestesia eran vasos de metal o vidrio llenos parcialmente de éter dietílico o cloroformo en donde el paciente inhalaba los vapores, aumentando su superficie de evaporación por medio de esponjas, gasas, conductos de cobre o recipientes de superficie ancha. El cloroformo se aplicaba en volúmenes conocidos en bolsas de aire, bombeando aire a través del líquido sin tomar en consideración la ventilación del paciente. El óxido nitroso menos potente se inhalaba directamente de los gasómetros o de bolsas de seda aceitada.

En 1903 Harcourt usó válvulas unidireccionales para la aplicación del cloroformo y aplicándole calor podía aumentar la vaporización del líquido. El N₂O se dispuso en forma comprimida desde 1880 por el dentista White de Nueva Inglaterra pero su aplicación clínica a pesar de las ventajas de los gases comprimidos, no se usó por falta de válvulas de reducción. Entre 1910 y 1930 las invenciones, investigaciones y estudios científicos de varios anesthesiólogos revolucionaron el diseño de las máquinas de anestesia. A partir de 1930 el diseño y la función básica de los aparatos de anestesia es muy similar a los que se emplean en la actualidad, siendo su características principales, seguridad para los pacientes, construidos con materiales cada vez de mejor calidad, desarrollo de vaporizadores desde el de marmita de cobre (1940) a los que actualmente se utilizan, siendo aparatos de flujo continuo, algunos de los cuales utilizan algún tipo de microprocesador, tratando de establecer estándares internacionales en el diseño del equipo con el fin aumentar la compatibilidad y seguridad en su manejo.

Propósito.- La principal función de la Maquina de Anestesia es que a la vez le permite elegir y combinar gases medidos, vaporizar cantidades exactas de gases anestésicos y por lo tanto administrar concentraciones controladas de mezcla de anestésicos a través de las vías respiratorias. Básicamente esta unidad desarrolla las siguientes cuatro funciones:

- a. Provee O₂ al paciente
- b. Mezcla gases que pueden ser, O₂, Vapor anestésico, Oxido nitroso (N₂O), aire y otros gases médicos.
- c. Facilita la ventilación con estas mezclas de gases, pudiendo ser la ventilación espontánea, controlada o asistida.
- d. Reduce, si no elimina, los riesgos relacionados a la anestesia para el paciente.

A pesar de la diversidad de aparatos de anestesia que se fabrican en el mundo, sus aspectos funcionales son prácticamente similares; puede servir de mesa para equipo, accesorios y medicamentos, cuenta con cajones para guardar lo que sea necesario, así como manuales de conservación y funcionamiento.

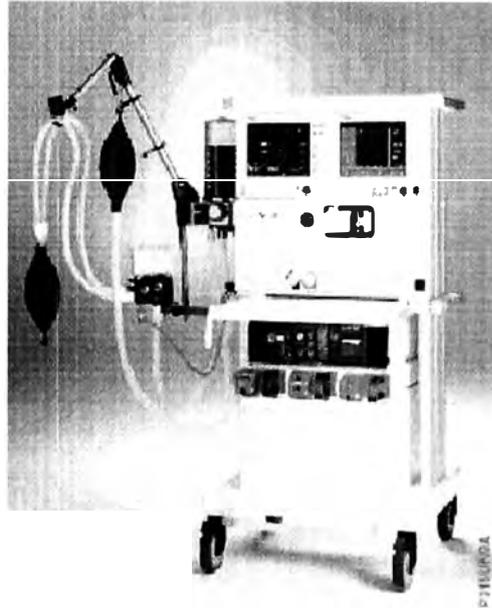


Fig. 3.17 Máquina de Anestesia con monitoreo y ventilación.

Principio de Funcionamiento.- Los aparatos de anestesia son equipos de precisión con detalles de mecánica, ingeniería y electrónica para poder asegurar una cantidad exacta de un gas que sea predecible para la seguridad del paciente. Los equipos de anestesia constan de cuatro características importantes:

- a. Una fuente de O_2
- b. Una forma de eliminación de CO_2 ,
- c. Una fuente de líquidos o gases anestésicos.
- d. Un sistema de inhalación para lo que requieren cilindros y sus yugos, válvulas de ajuste, flujómetros, medidores de presión y sistema de inhalación para administrar la mezcla anestésica a las vías respiratorias del paciente.

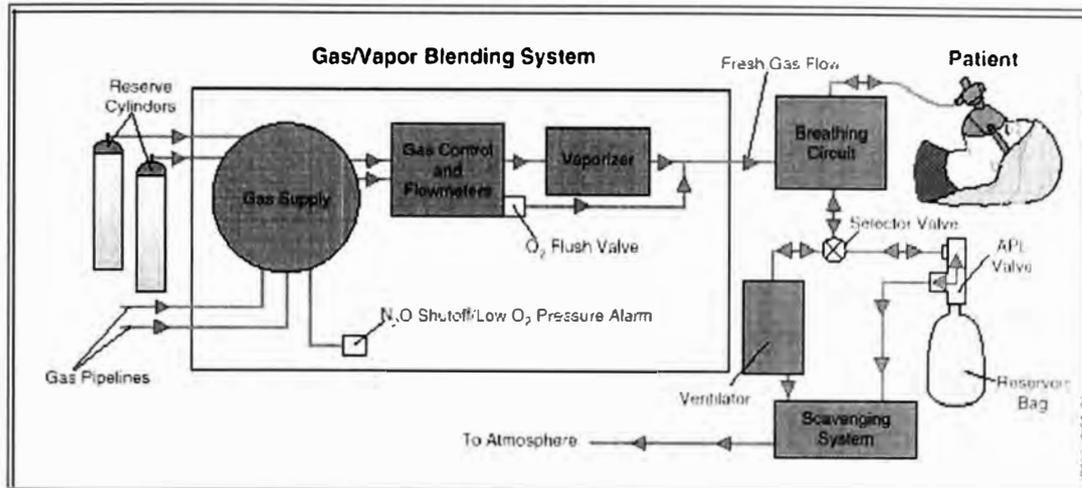


Fig. 3.18 Sistema de suministro de gases en una Máquina de Anestesia.

Los gases que se emplean actualmente en anestesia son el O_2 , aire y N_2O ; el hospital suele distribuirlos al quirófano por medio de tuberías. Los aparatos de anestesia cuentan con cilindros de gas comprimido de reserva tamaño E (10.625 x 74.375 con 660 L para el oxígeno y 1680 L para el N_2O).

Componentes de la Máquina de Anestesia

- Cilindros de gas comprimido , para almacenar gases.
- Yugo. Se emplea para fijar los cilindros de gas a la máquina de anestesia o al regulador.
- Los reguladores de presión se emplean para reducir la presión de una fuente de alta presión a una presión baja de trabajo (35-60 psi).
- Manómetros Sirven para medir la presión en el equipo de anestesia.
- Válvulas de retención Son dispositivos para evitar flujo retrógrado.
- Flujómetros Son aparatos para medir las cantidades de un gas en movimiento.
- Recipientes para cal sodada para absorber el CO_2
- Vaporizadores Su función en la anestesia es proporcionar vaporización de líquidos volátiles dentro de una concentración regulable.

Circuito Respiratorio.- El circuito respiratorio del aparato de anestesia, es donde los gases y vapores mezclados pasan al paciente con resistencia baja a la inspiración y espiración con un esfuerzo ventilatorio mínimo, favoreciendo la absorción de CO_2 , humectación y eliminación adecuada de los gases de desecho, siendo los componentes principales: tubos respiratorios, válvulas respiratorias, bolsa reservorio, recipiente de

absorción de CO_2 , un sitio para la entrada de flujo de gas fresco, una válvula de chasquido para el exceso de gas, una pieza de Y, codo y mascarilla.

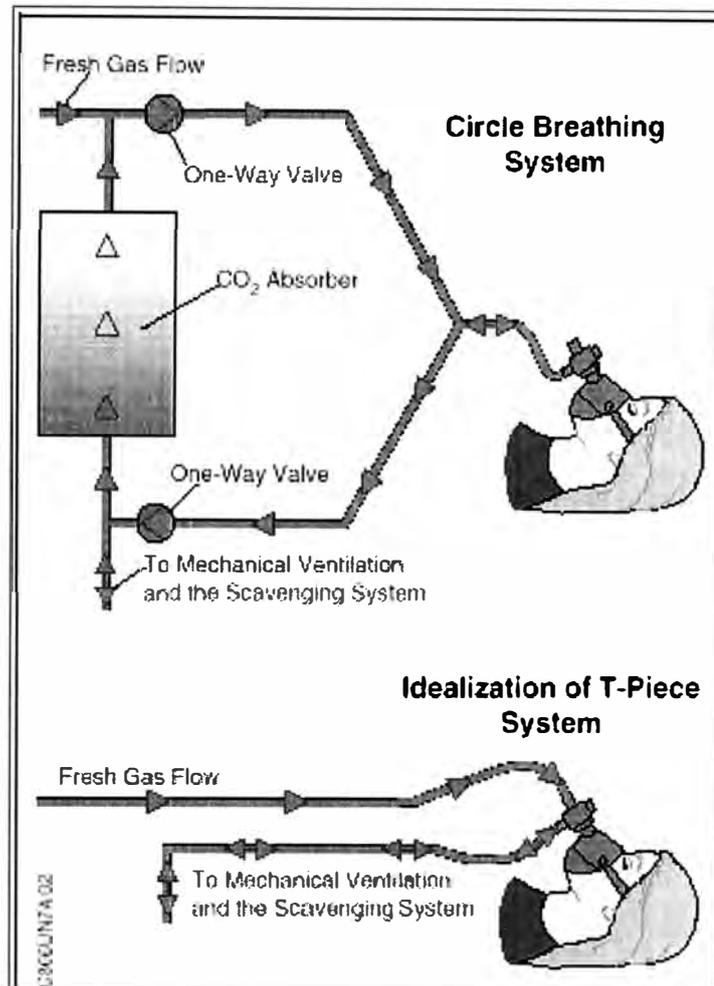


Fig. 3.19 Sistema de asistencia respiratoria en una Máquina de Anestesia.

Ventilación Mecánica y Humidificación en Anestesia.- La ventilación mecánica se emplea continuamente durante la anestesia y cirugía. Es esencial cuando, durante la anestesia, se requiere altas dosis de narcóticos, en la anestesia inhalada profunda y durante los bloqueos neuromusculares. Se emplea durante procedimientos quirúrgicos que impiden la respiración espontánea como la cirugía cardíaca, torácica y laparoscópica. También puede ser necesaria cuando la función respiratoria se ve comprometida por la posición del paciente durante el procedimiento quirúrgico (como el decúbito prono y la posición de Trendelenburg). Los pacientes con función cardíaca y pulmonar disminuidas, así como aquellos con hipertensión intracraneana pueden requerir de ventilación mecánica

transoperatoria. Con frecuencia se emplea la ventilación mecánica para permitir al anestesiólogo realizar las tareas esenciales durante la anestesia y cirugía.

Ventiladores en Anestesia.- El ventilador, actualmente el componente integral de los aparatos modernos de anestesia, consta de tres componentes básicos: el ventilador mecánico, la máquina de anestesia y el circuito de ventilación.

Los mecanismos integrados de ventilador y aparato de anestesia convergen a nivel de un interruptor o convertidor en donde una válvula permite según se requiera, la administración de ventilación artificial ya sea en forma manual con una bolsa y reservorio o bien mecánica por medio del ventilador.

Los ventiladores en anestesia operan gracias a una fuente de poder que puede ser de aire comprimido, electricidad o ambas cosas como es el caso de los modelos más recientes; además emplean un sistema de ciclos con lo que proporcionan ventilación controlada únicamente. Se acompañan asimismo de un sistema de fuelles. Estos se clasifican en ascendentes o descendentes según el movimiento que realizan durante la exhalación.

Humidificadores.- Durante la ventilación mecánica, el calor y la humedad de los gases inspirados es esencial para asegurar la integridad de la vía aérea y una adecuada función mucociliar.

La nariz proporciona un mecanismo de humidificación extraordinariamente efectivo, pero si la vía aérea se encuentra con traqueostomía o intubación endotraqueal, se pierde este mecanismo. Por lo tanto la humidificación debe ser proporcionada en forma artificial. Cuando esto ocurre, el contenido de humedad del gas inspirado se debe incrementar a 100% de humedad relativa a la temperatura corporal.

3.2.2 Aspirador de Secreciones

Aspirador de secreciones CODIGO UMDNS [15-016]

Aspiradores CODIGO UMDNS [10-208]

Propósito.- Los Aspiradores portátiles de emergencia son usados para remover secreciones que obstruyen, sangre o vómitos de un paciente para mantener el aire hacia los pulmones abiertos para permitir una ventilación espontánea o mecánica. Estos son usados en áreas donde no existe un sistema de vacío. Aspiración traqueal puede ser requerida durante el transporte del paciente entubado de un hospital a otro.

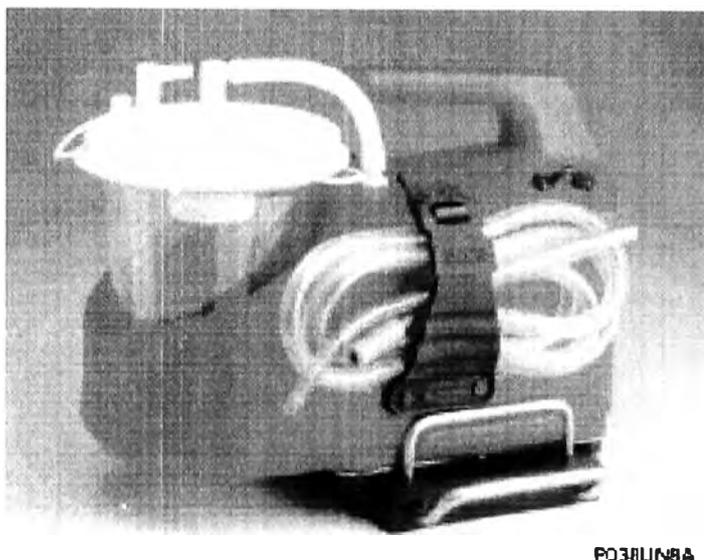


Fig. 3.20 Aspirador de Secreciones.

Principio de Funcionamiento.- Este equipo incluye una bomba de succión (vacío) tubos o mangueras (catéteres), reguladores y diafragmas, una colección de frascos y un carro de transporte.

Bomba de Vacío.- El principal componente es la bomba de vacío, el cual crea la succión necesaria para la aspiración. El mas conocida aspirador de emergencia es una bomba de diafragma, el cual en un movimiento mecánico dobla un diafragma de caucho atrás y adelante en una cámara alternadamente, incrementando y disminuyendo el volumen de la cámara, aumentando y disminuyendo la presión. Una válvula de un solo sentido comprime al aire a la salida y permite una succión de aire a la entrada.

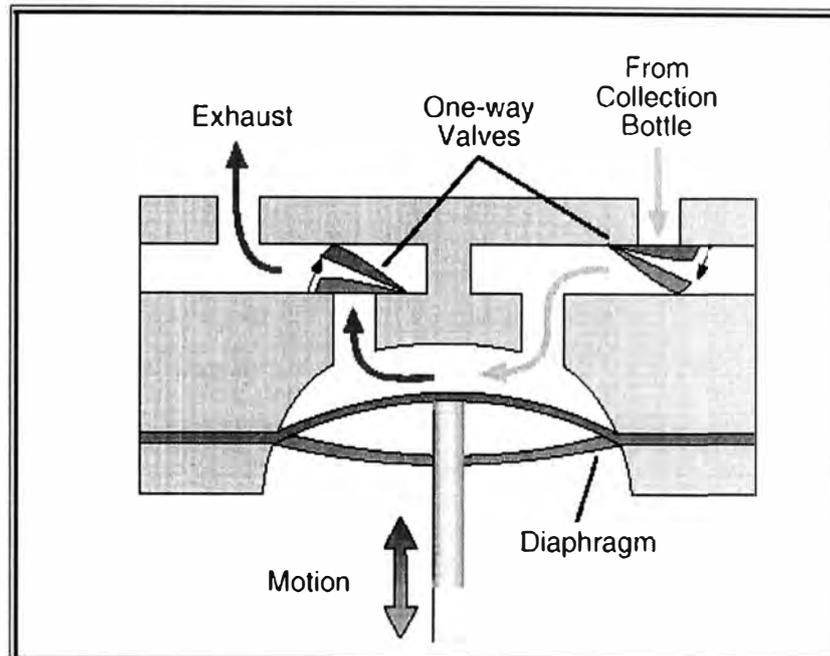


Fig. 3.21 Sistema de vacío, diagrama de una bomba de vacío.

Algunas unidades, sin embargo, usan bombas de paleta, los cuales deslizan unas paletas moviendo volumen de aire en un movimiento rotatorio. Este tipo de bomba incrementa el volumen de la cámara entre las paletas en la entrada.

Las principales características son: Presión de vacío de 300 milímetros de mercurio (mmHg) y un flujo de masa de 30L/min. En algunos casos un vacío mas alto es deseable.

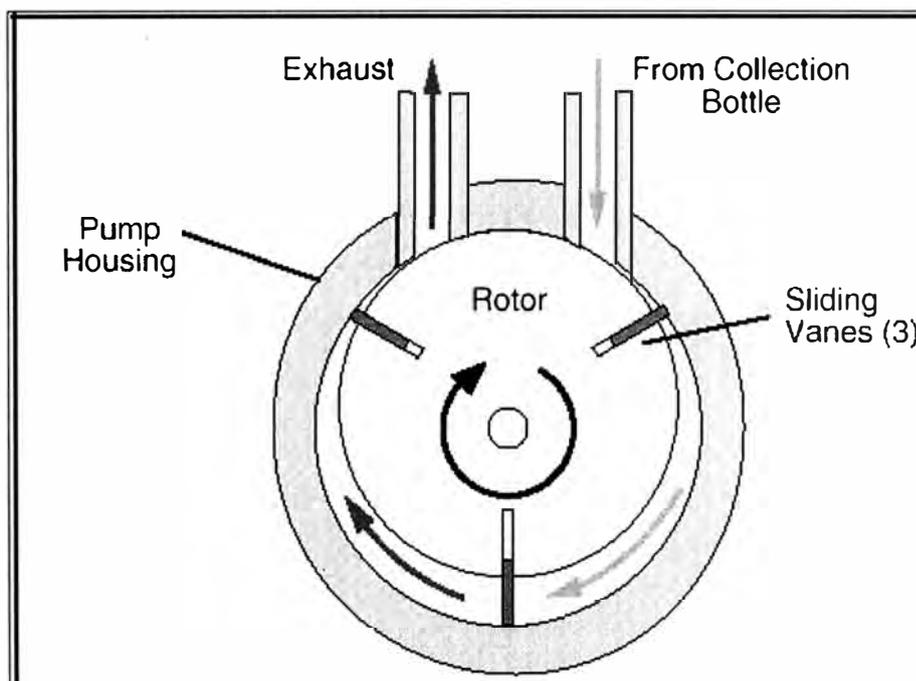


Fig. 3.22 Sistema de vacío rotatorio.

Frascos de Colección.- El material aspirado son recolectados en un frasco descartable o reusable entre el paciente y la fuente de succión. También son usados protección de sobre flujo para evitar que estos pasen a la bomba. Otros modelos tienen una combinación de un flotador de caucho para prevenir el sobre flujo y también son equipados con un filtro bacterial. Aspiradores portátiles son usualmente suministrados con un carro de transporte; las carcasas de los aspiradores están construidos de un plástico duro.

3.2.3 Mesas de Operaciones

Mesas de Operaciones

CODIGO UMDNS [13-961]

Propósito.- La mesa de operaciones provee una superficie elevada que soporta el cuerpo del paciente durante el procedimiento quirúrgico, estabilizan la posición del paciente y brindan una optima exposición del campo de la cirugía. Estas están diseñadas para permitir procedimientos específicos de la posición del paciente, también están diseñadas para proteger al paciente de excesiva manipulación, trauma y abrasión.

Principio de Funcionamiento.- Las mesas de operaciones consiste de superficie rectangular hecho de metal, plástico, fibra de carbón, soportado por una base (pedestal) o base movable giratoria. Las bases de las mesas están disponibles con superficies que pueden ser intercambiadas para acomodar procedimientos de operaciones específicos, estos equipos tiempo un mecanismo de seguro que hace que la mesa no pueda ser movido o desplazada.

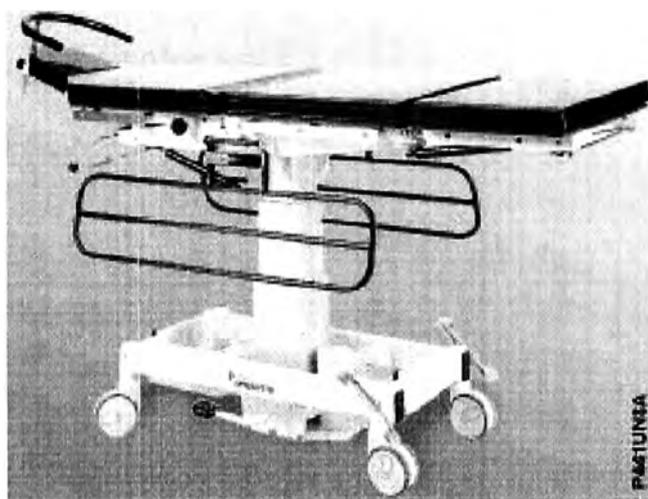


Fig. 3.23 Mesa de operaciones.

La mayoría de las mesas están divididos en tres o mas partes que pueden ser movidos como bisagras. La principal división está en la cabeza, cuerpo y las piernas. La sección de la cabeza puede ser removido y reemplazado por un soporte para la cabeza (para uso en cirugías craneales y cirugías a los ojos). La sección de los pies también puede ser removido para ciertas cirugías (por ejemplo ginecología), se puede adicionar extensiones para la sección de las piernas y acomodar pacientes altos. En algunos modelos, las secciones de la cabeza y los pies son intercambiables.

Las mesas de operaciones y sus segmentos individuales son levantados o bajados por engranajes o pistones hidráulicos usando controles manuales (manivelas, pedales), o controles eléctricos (pedales, niveladores, unidades remotas).

La mesa puede ser posicionada en la Trendelenburg (elevación de la cabeza, descenso de los pies), reverso Trendelenburg (descenso de la cabeza, elevación de los pies). Inclinación lateral, o posición estándar horizontal.

3.2.4 Lámparas Cialíticas para Cirugías

Luces, para Cirugía

CODIGO UMDNS [12-282]

Propósito.- Las lámparas Cialíticas iluminan el sitio quirúrgico para una óptima visualización de pequeñas, objetos de bajo contraste en profundidades variables en incisiones y cavidades del cuerpo. Debido a que las manos, cabezas e instrumentos pueden estorbar sobre el campo quirúrgico, estas lámparas son diseñadas para reducir sombras y minimizar la distorsión del color. Estos también son diseñados para operar por períodos prolongados de tiempo sin radiación excesiva que pueden causar incomodidad o secar tejidos en el sitio quirúrgico.

Principio de Funcionamiento.- Una lámpara cialítica típica consiste de una simple o múltiple cabezal de luz conectado a un brazo suspendido que le permite un movimiento circular y vertical. El brazo de suspensión está conectado a un adaptador estacionario, en donde el adaptador puede rotar. La luz está diseñado para flexibilizar la posición usando mangos esterilizables o no esterilizables asas (barras curvadas) y puede proveerse con frenos y paradas automáticos que controlan la posición cuando mantienen una adecuada posición sobre y alrededor del sitio quirúrgico.

La lámpara cialítica puede ser montado o se puede fijar en un punto en el techo o la pared, pudiendo ser desplazado a través de un carril. Para montajes en el techo, una o mas transformadores son localizados encima del montaje de techo o en una caja de control remota para convertir la línea de voltaje de entrada a un voltaje bajo requerido para

alimentar los focos o bulbos. Las lámparas Cialíticas tiene un control de intensidad y también un control para ajustar el tamaño del campo para reducir la iluminación de el sitio quirúrgico.

Los Niveles de Iluminación.- Están medidos en foot-candles o lux (1 foot-candle es igual 10.764 lux). Por ejemplo 1 o 2 foot-candle, en un cuarto es considerado oscuro, pero objetos grandes pueden ser vistos; 20 hasta 200 foot-candle son requeridos para lectura u otra actividad común. El nivel de iluminación recomendada para un sitio quirúrgico es de 2,500 foot-candle cuando la luz es posicionado a un metro sobre el sitio quirúrgico; sin embargo algunas cirugías prefieren a 3,500 foot-candle o mas.

Calidad de Color.- Una medición del espectro del contenido de la luz, expresada como temperatura del color en kelvin (K) o por el color del índice de entrega (CRI), el sol del mediodía produce una temperatura de color de 5,000 hasta 6,000 K; baja temperatura de color produce que un objeto tome un tinte rojo, y una baja temperatura de color causa un tinte azulado. Bajo ciertas condiciones de luz, un control exacto temperatura de color no es crucial por que el ojo humano tiene la capacidad de adaptarse y que un rango de 3,500 hasta 6,700 K es un rango aceptable. CRI es usado para evaluar el color entregado; esto expresa el efecto que la luz tiene en el tejido en un sitio quirúrgico, por ejemplo hipoxia. CRI tiene una escala de 0 hasta 100 y expresa la habilidad de luz para igualar el color entregado de una cierta temperatura de color.

Las lámparas Cialíticas reducen sombras usando varias configuraciones, incluyendo un largo cabezal de luces conteniendo múltiples bulbos.

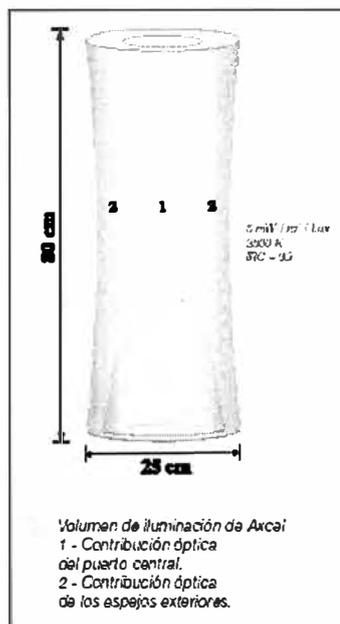


Fig. 3.24 Haz de luz en una lámpara cialítica.

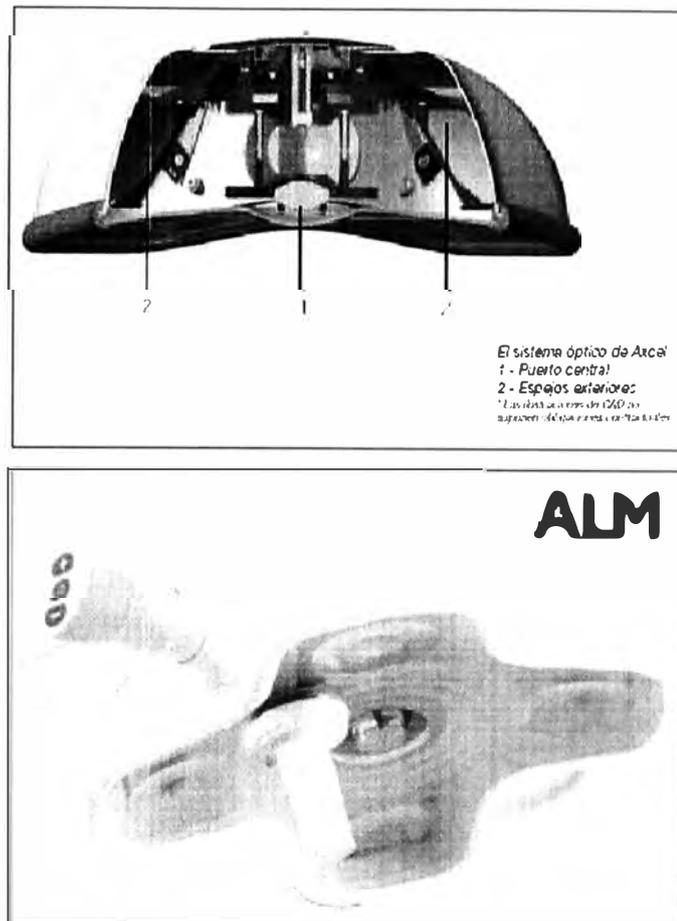


Fig. 3.25 Campanas de una lámpara cialítica.

Para reducir el daño o efectos del calor, las lámparas usan filtros, reflectores especiales, o lentes que pasan la luz visible pero no el calor, tal como los reflectores dicroicos (conocidos como espejos fríos) que reflejan las ondas de luz visible pero que dejan pasar las ondas de calor. Los bulbos o focos usados son hechos de tungsteno-halógeno, xenón-halógeno, o cuarzo-halógeno. Estas lámparas están llenados de un gas y contiene una cierta proporción de halógeno en un gas inerte cuya presión excede de 3 atmósferas. Algunas lámparas vienen con una lámpara de reserva el cual se activa automáticamente cuando el bulbo principal falla. Otras usan múltiples focos o bulbos, el cual reduce el impacto al producirse la falla de uno de estos bulbos. Otras lámparas son proveídas con una lámpara satélite para iluminar un segundo campo, ejemplo durante un bypass de una arteria coronaria.

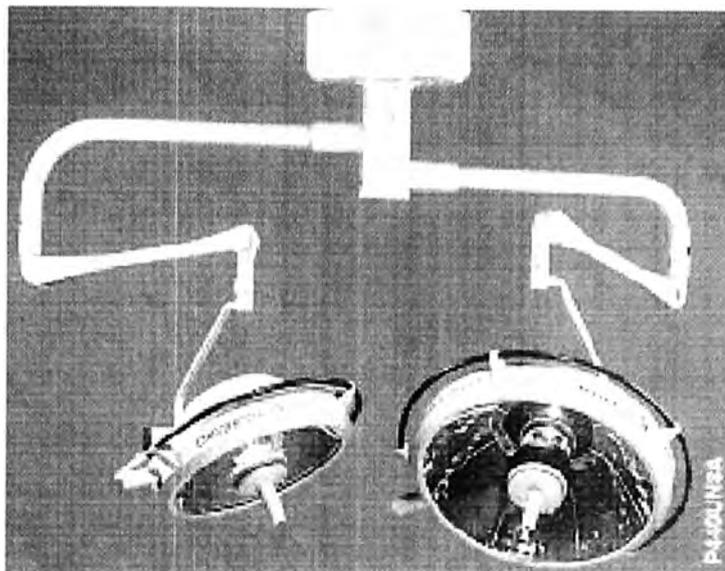


Fig. 3.26 Lámpara Cialitica principal y satelital.

3.2.5 Electrobisturí

Unidad de Electrocirugía, Bipolar CODIGO UMDNS [18-230]

Unidad de Electrocirugía, Monopolar CODIGO UMDNS [18-229]

Unidad de Electrocirugía, Monopolar/Bipolar CODIGO UMDNS [18-231]

Introducción.- Los bisturís eléctricos (electrobisturí) no son equipos muy recientes, aparecen alrededor de 1,925, pero los avances tecnológicos de lo que va de siglo, han provocado unas mejoras sustanciales, que confieren a las nuevas generaciones de equipos, unas prestaciones y una seguridad impecables. Hemos pasado así a disponer de potencias más amplias, con tamaños más reducidos gracias a la inclusión de tecnología de semiconductores. Por otra parte los materiales y los aislamientos han alcanzado unos índices de seguridad y fiabilidad impresionantes.

Propósito.- El uso que se da a estos equipos es similar a un bisturí y dado el desarrollo y el perfeccionamiento de los accesorios, su variedad y versatilidad, han hecho posible que el electrobisturí sea uno de los equipos de cirugía más prácticos y útiles, en gran número de intervenciones quirúrgicas, ya que sirve para realizar cortes y cauterizaciones.

Principio de Funcionamiento.- El electrobisturí, es un equipo electrónico, generador de corrientes de alta frecuencia, con las que se pueden cortar o eliminar tejido blando. Los principios físicos, en que se sustenta su función, están íntimamente ligados a las propiedades energéticas de las partículas elementales: Las variaciones en la energía de los electrones son radiadas en forma de energía electromagnética y viceversa. Un flujo de

electrones tiene un grado de dificultad para circular libremente y por tanto irá cediendo energía en su avance. Este grado de dificultad se llama resistencia eléctrica y la energía cedida se presenta en forma de calor. Por esta causa, el organismo humano presenta una resistencia, entre 5.000 y 10.000 ohmios, al paso de las corrientes eléctricas.

Si el punto eléctrico de contacto es muy restringido, se concentrará mucha energía en él. En un área delimitada del organismo, una densidad de energía, superior al calor latente de vaporización, hará que las células se desintegren en esa región. Aprovecharemos estos principios para obtener las distintas funciones electroquirúrgicas: Electrosección pura y combinada, según deseemos una acción de corte similar al bisturí clásico o con actividad coagulante simultánea. Una mirada al interior del instrumento nos apunta los distintos modos de funcionamiento, monopolar y bipolar.

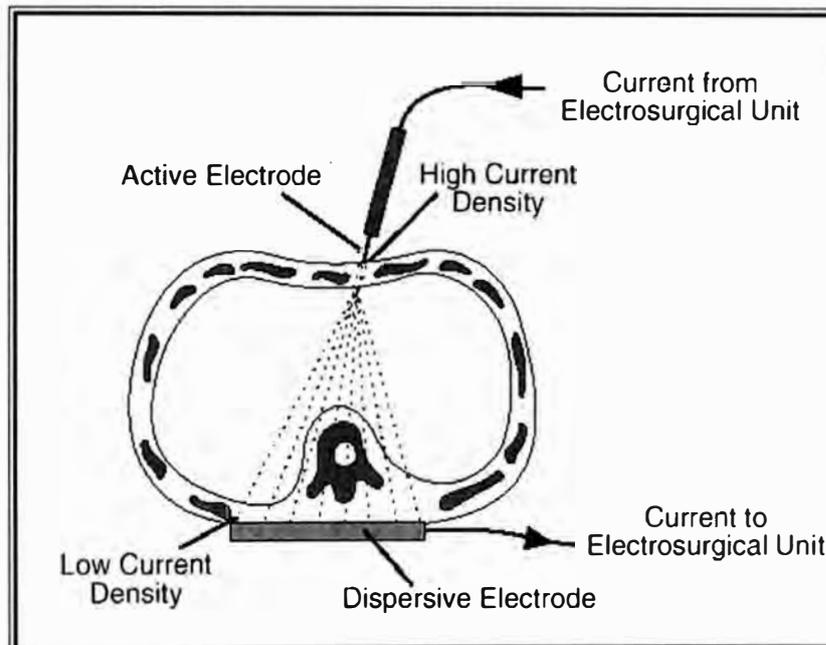


Fig. 3.27 Corriente de una electrocirugía en un tejido humano, la corriente es concentrada en el electrodo activo para producir corte o coagulación, esta corriente cierra circuito en el electrodo de dispersión, esto para prevenir quemaduras en el paciente.

El modo de funcionamiento monopolar en un electrobisturí, implica que el electrodo activo es, uno solo de los dos que intervienen; este electrodo es quien concentra la energía en el punto de contacto. El modo bipolar implica la acción de ambos electrodos, y son presentados, normalmente, en forma de pinza hemostática. Aunque el equipo no

presenta mayor riesgo, se deben de tomar ciertas precauciones: Es importante asegurarse, al actuar sobre pacientes portadores de marcapasos, de no interferir con el mismo. Es importante usar la menor potencia que sea posible para conseguir el objetivo y no mantener el equipo activado, sin aplicarlo al mismo Electrobisturís, con frecuencias hasta 3 MHz y los Radiobisturís con frecuencias por encima de 3.5 Mhz. En cuanto a las funciones que realizan, existen pocas diferencias. Todos realizan electrosección pura y combinada, así como electrocoagulación. Algunos incluyen toma bipolar y/u otros fulguración. Todos garantizan potencias eficaces entre 50 y 100 W e incluyen entre sus accesorios todo lo necesario para funcionar inmediatamente, a excepción de un juego de pinzas bipolares que es opcional.

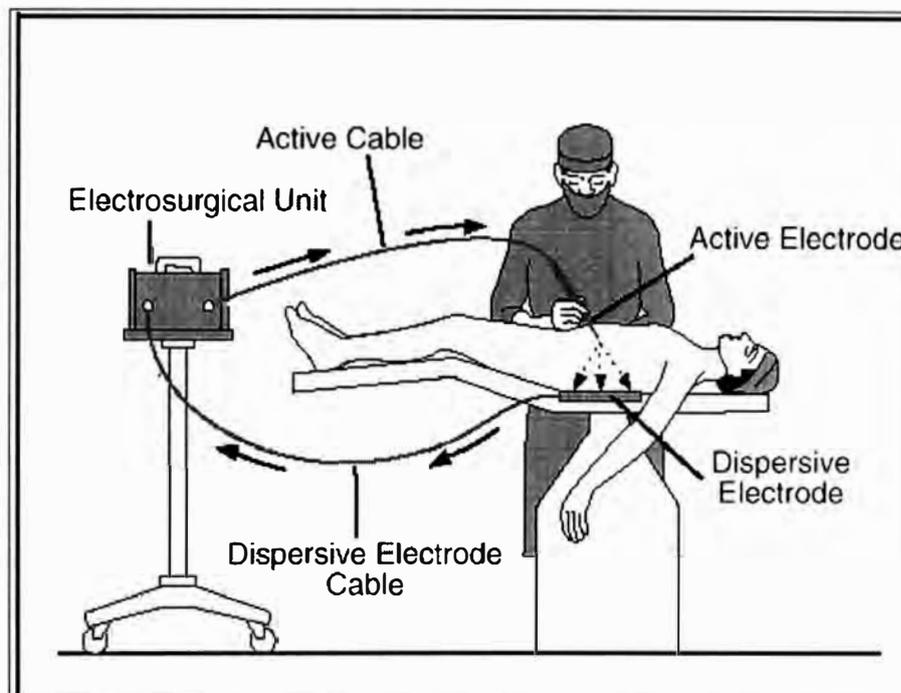


Fig. 3.28 Aplicación de electrocirugía, las flechas indican la corriente de la electrocirugía, en un circuito monopolar completo.

Efectos Fisiológicos de las Corrientes Eléctricas.- Esto se debe a que los efectos de la corriente sobre las personas, es casi independiente de la frecuencia, hasta unos 1.000 ciclos/ s, no importando si esta es continua o alterna. Por debajo de este valor aparecen fenómenos térmicos, farádicos y electrolíticos, principalmente. Para frecuencias por encima de las 350 KHz, las corrientes no interfieren apreciablemente con los procesos nerviosos y sólo producen calor. Podemos entender así, cómo y por qué, las corrientes elegidas para la electro cirugía, se desarrollan en frecuencias, por encima de los 500 KHz

(0.5 MHz). A estas frecuencias la conducción eléctrica y la absorción orgánica de las ondas se hace más compleja. A medida que la frecuencia aumenta, la energía, como vimos, tiende a ser radiada. Aparecen pues dos mecanismos de producción de calor: por efecto Joule, debido a la resistencia eléctrica, y por absorción de radiación electromagnética, debido a las estructuras moleculares. Un efecto y otro tomarán más relevancia a medida que vayamos aumentando la pulsación.

En electrocirugía se hacen los dos importantes a frecuencias hasta los 1 MHz. Para frecuencias entre 1 MHz y 3 MHz de ciclos, es dominante la radiación electromagnética.

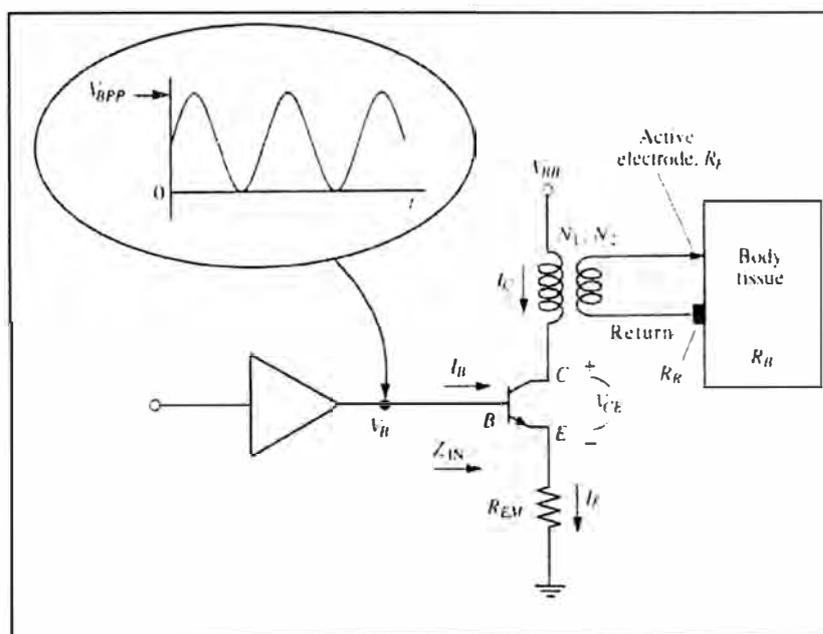


Fig. 3.29 Amplificador de un electrocirugía.

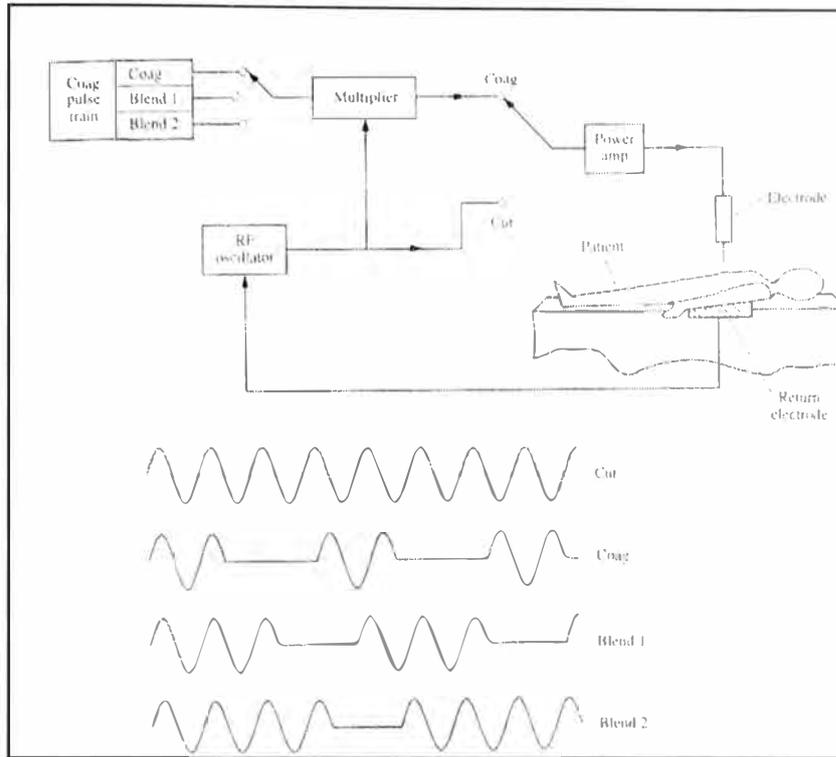


Fig. 3.30 Tipos de onda de electrocirugía.

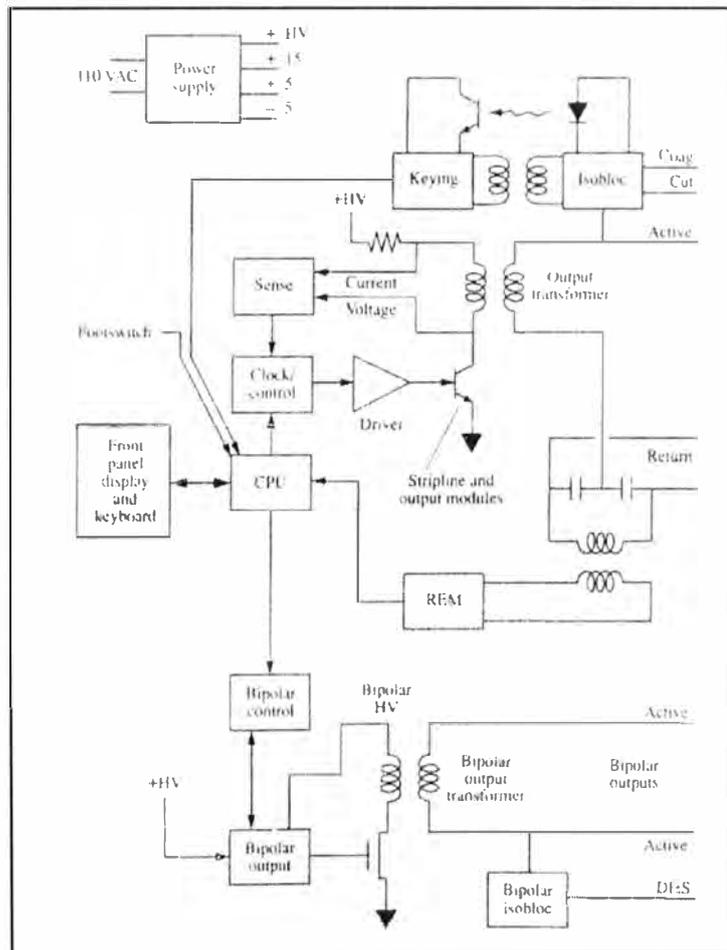


Fig. 3.31 Diagrama de bloques de un equipo de electrocirugía.

3.2.6 Vaporizadores

Vaporizadores para las Máquinas de Anestesia CODIGO UMDNS [10-144]

Propósito.- Su función en la anestesia es proporcionar vaporización de líquidos volátiles dentro de una concentración regulable.

Principio de Funcionamiento.- Para la vaporización se requiere conocer algunos principios, como una fuente de calor externa, es decir una sustancia con la que el anestésico entre en contacto, pero al hacerlo se reduce la temperatura del líquido reduciendo su energía cinética, por lo que se requiere para una mejor vaporización un mayor aporte de calor para lo que se necesita aumento de la superficie de evaporación, reducción de la presión de vapor sobre el anestésico, calentamiento directo o una fuente indirecta de calor.

Por lo antes mencionado, un aspecto importante de los vaporizadores es el método por el cual el gas transportador capta el agente volatilizado y desde este punto de vista hay dos tipos de vaporizadores de acuerdo al diseño: de "extracción" cuando el gas transportador pasa sobre la superficie del líquido y el otro cuando el gas pasa a través del líquido.

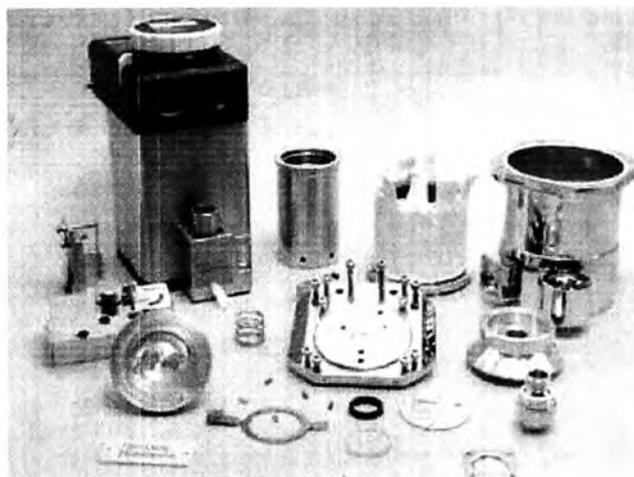


Fig. 3.32 Vaporizador.

Características de los Vaporizadores.- Una forma precisa de administrar un líquido anestésico volátil es inyectarlo dentro del circuito de anestesia en volúmenes conocidos, teniendo en cuenta su rendimiento de vapor. Actualmente se emplean vaporizadores

especialmente diseñados para evaporar líquidos anestésicos de manera precisa y con un control predecible de su concentración. La existencia de más de una docena de diferentes diseños de vaporizadores sugiere que no se ha encontrado "el vaporizador anestésico ideal". Los vaporizadores requieren ciertas características como son:

Complejidad.- El aumento de la precisión suele acompañarse de un incremento de la complejidad del diseño del vaporizador, por lo que los sencillos suelen ser seguros y más prácticos.

Resistencia al Flujo.- Los vaporizadores con esta característica, suelen tener resistencia más baja al flujo de gas para una mayor interfase aire-líquido, por lo que el gas transportador se requiere descomponer en partículas más pequeñas como en los vaporizadores de burbujeo a través del líquido y éstas pasar a través del líquido o de un regulador de flujo (tipo mechas).

Estabilidad a la Temperatura.- La vaporización es un proceso endotérmico. A medida que se forma vapor se reduce la energía cinética y el calor del líquido restante. En consecuencia, una concentración de vapor elegida no debe alterarse por cambios de temperatura en el líquido o en el ambiente. Para garantizar una vaporización uniforme, los vaporizadores contemporáneos son construidos de materiales con una capacitancia y conductividad de calor elevada.

Estabilidad del Flujo.- Con flujos bajos suele ocurrir un equilibrio del gas transportador con el vapor en el momento de su paso y permitir una concentración más alta del anestésico; con flujos más altos puede haber un equilibrio más lento y se vaporizará menor cantidad de anestésico; la construcción de los vaporizadores modernos permite una concentración de los anestésicos halogenados seguras y precisas entre un rango de flujos de 1 litro por minuto y 15 litros por minuto.

Precisión.- Los vaporizadores deben permitir concentraciones de administración de gases controlables y predecibles. Los anestésicos volátiles son fármacos potentes, que deben ser administrados en forma precisa y controlable a través de un vaporizador específico para cada agente. La concentración deseada del anestésico se obtiene girando el botón de control de concentración o DIAL. Los ajustes de DIAL están calibrados en volúmenes por ciento (v/v%), con lo cual se evita la necesidad de efectuar cálculos complicados. El DIAL debe indicar las concentraciones absolutas de preferencia en divisiones fraccionales.

Cuidados del Vaporizador.- Los vaporizadores modernos requieren de un mínimo de cuidados para asegurar su buen funcionamiento. El vaporizador debe ser limpiado y

calibrado por lo menos una vez al año, para mantener la precisión de los ajustes. La falta de mantenimiento puede causar la obstrucción interna de sus partes (mechas), o el desgaste de piezas importantes para su adecuada función.

Preferentemente el vaporizador debe estar colocado en forma fija a la máquina de anestesia y en posición horizontal, fuera del circuito de respiración. Las modernas máquinas de anestesia están equipadas con un seguro de bloqueo que impide la apertura de más de un vaporizador; de esta manera se evita el riesgo que implican los vaporizadores en serie.

3.2.7 Desfibrilador

Desfibrilador, Automático, Externo

CODIGO UMDNS [17-116]

Propósito.- El Desfibrilador entrega una alta amplitud de corriente hacia el corazón para restaurar el ritmo normal y la función de contracción normal en pacientes quienes han tenido una fibrilación ventricular (VF) o una taquicardia ventricular que no es acompañada por un pulso palpable, algunos Desfibriladores pueden analizar el ECG y determinar si es necesario aplicarlo, estos equipos están diseñados para ser usados primeros ante una emergencia cardíaca

Forma de Onda del Desfibrilador.- La forma de onda es una grafica de el voltaje entregado versus el tiempo, normalmente los desfibriladores externos entregan dos tipos de onda: el monofásico sinusoidal amortiguada o la exponencial truncada, con esta forma de onda entregan 10 hasta 360 Joules (J), esto es para normalizar el ritmo cardiaco y usa generalmente un capacitor grande y baterías.

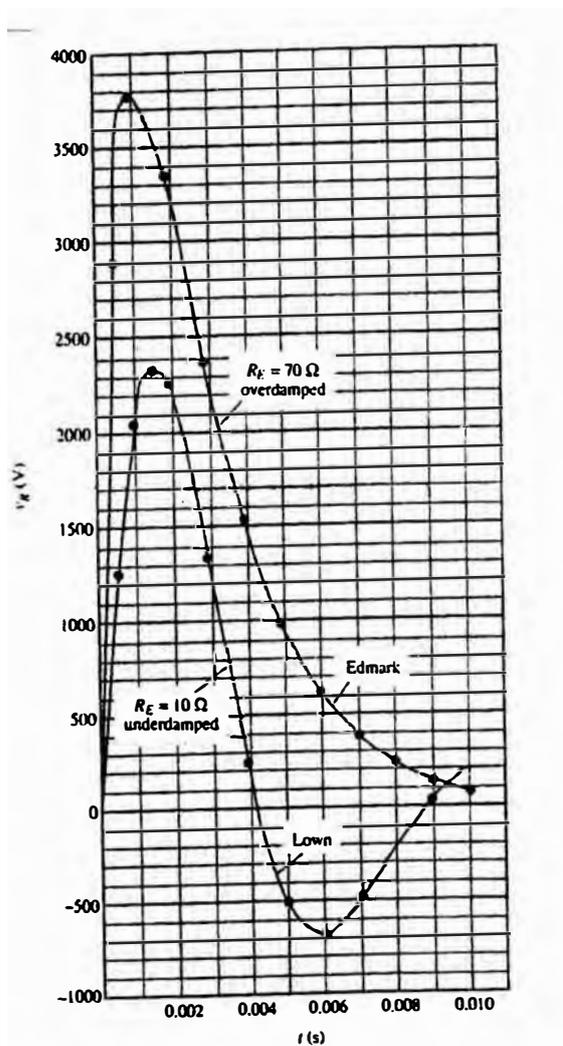


Fig. 3.33 Formas de onda de un Desfibrilador.

Principio de Operación.- El Desfibrilador básico esta compuesto por un capacitor que acumula energía y esta es entregada al paciente por medio de un interruptor, el voltaje de salida es de aproximadamente de 1000 a 6000 voltios, y la corriente entregada varia de 1 a 20 Amperios. Todos los desfibriladores tienen un mecanismo que ajusta el nivel de energía.

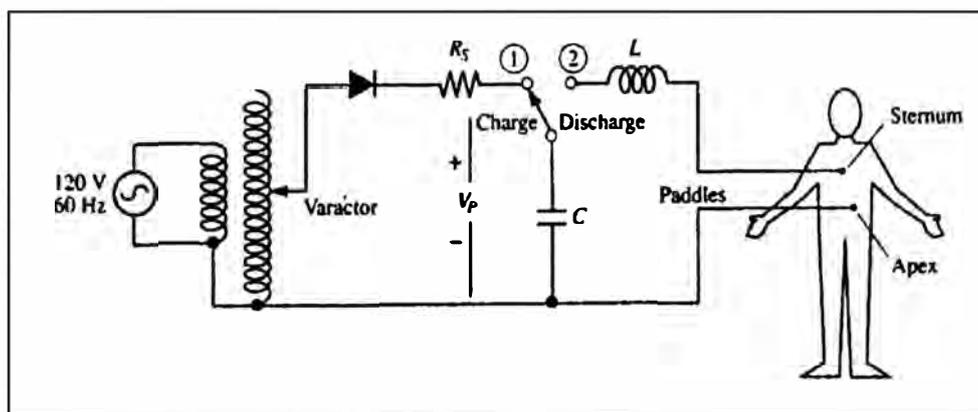


Fig. 3.34 Diagrama simplificado de un Desfibrilador.

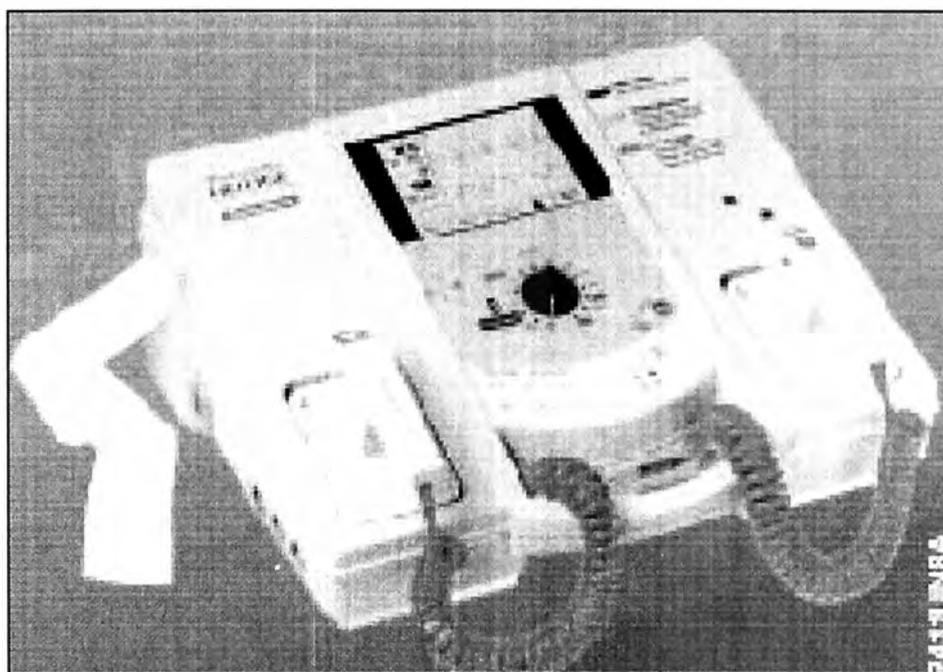


Fig. 3.35 Desfibrilador.

3.2.8 Equipo de Endoscopia

Laparoscopia

CODIGO UMDNS [12-291]

Fuentes de Luz, Fibras Ópticas,

CODIGO UMDNS [12-343]

Endoscopios Flexibles

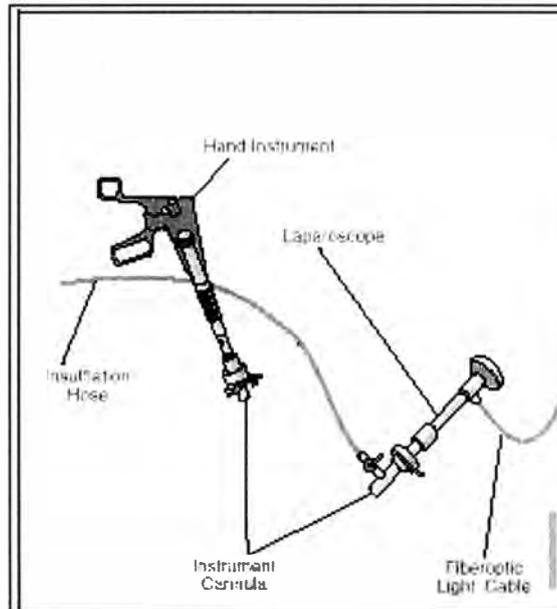
Fuentes de Luz, Fibras Ópticas,

CODIGO UMDNS [16-831]

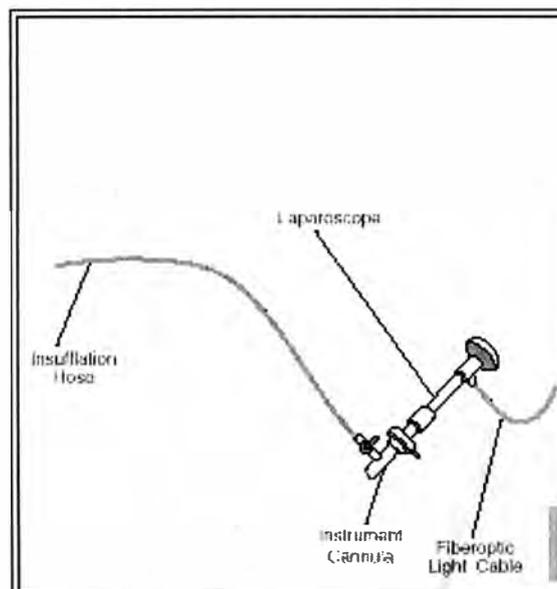
Endoscopios Rígidos

Propósito.- Las Fibras ópticas con Fuentes de luz, proporcionan luz para visualizar campos quirúrgicos y cavidades de cuerpo usando un rígido o flexible endoscopio. Estos están diseñados para minimizar el daño al tejido, el uso de este método ayuda a una rápida recuperación.

Principio de Operación.- Muchas Fuentes de luz operan en base a una línea de potencia y tienen un fusible para protección contra cortocircuitos, tiene transformador, sistema de enfriamiento, un control de intensidad de luz y lámpara. Las lámparas que usan son de xenón, cuarzo-halógeno, vapor de mercurio, etc. Algunas fuentes incorporan una lámpara de respaldo. La luz producida es transmitida por el endoscopio a través de la fibra óptica, esto es usado para visualizar órganos internos.



a)



b)

Fig. 3.36 Endoscopia a) Procedimiento de Doble puntura, b) Procedimiento de una sola puntura

3.3 Sistemas de Gases

3.3.1 Aire Comprimido Medicinal.- El aire comprimido respirable es usado en ventiladores de respiración y para las máquinas de anestesia; estos sistemas de aire comprimido completos están diseñados para remover humedad excesiva, partículas sólidas, aceite y vapor de aceite, monóxido de carbono y varios vapores de hidrocarburos, además de entregar un aire a temperatura ambiente; ya que estos contaminantes pueden afectar la salud de la persona que lo respira.

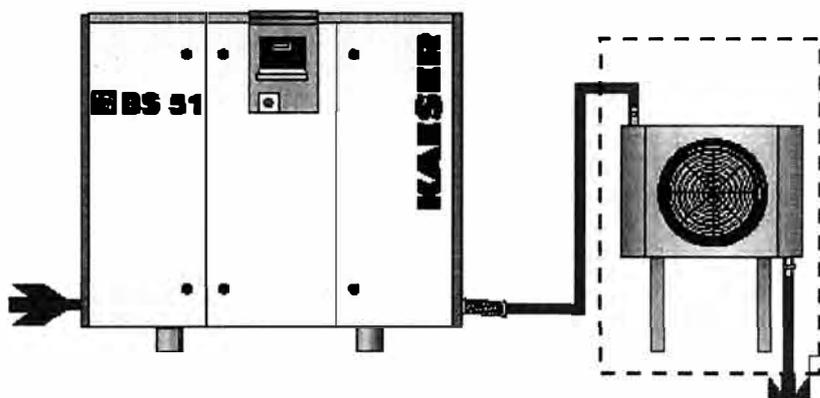


Fig. 3.37 Compresor de aire y enfriador

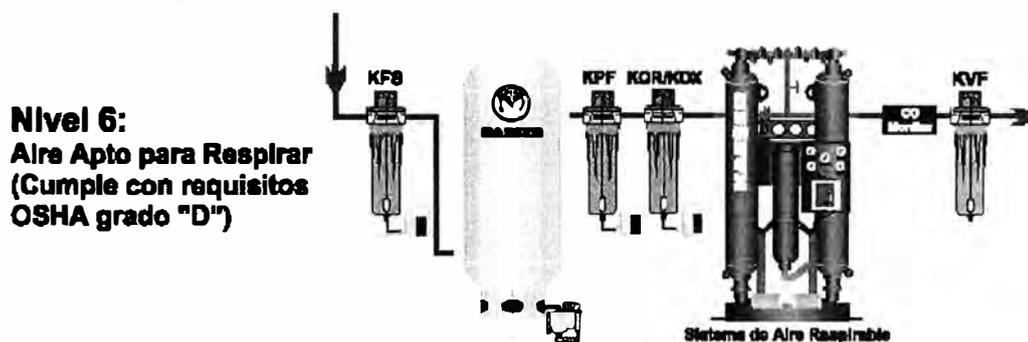


Fig. 3.38 Almacenaje de alta presión, sistema de aire respirable y filtros.

TABLA N° 3.2 Almacenaje de alta presión, sistema de aire respirable y filtros.

Contaminante	Concentración Máxima Permisible		Concentraciones a la Salida en Condiciones Nominales
	OSHA (1)	CSA (2)	
Monóxido de Carbono (CO) ppm o mL/m ³ (por volumen)	10	5	10 con una concentración máxima de entrada de 135; 5 con una concentración máxima de entrada de 100
Dióxido de Carbono (CO ₂) ppm o mL/m ³ (por volumen)	1000	500	Ver (3)
Hidrocarburos Concentrados mg/m ³	5	1	0
Olor	No Perceptible	No Perceptible	Ninguno (4)
Contenido de Humedad temperatura de punto de rocío	10°F (5.6°C) debajo temperatura ambiente (a 1 atm. presión)	9°F (5°C) debajo de la min. temperatura a la cual será expuesto el aire respirable (a presión de línea)	-40°F (-40°C) a presión de línea. -71°F (-57°C) cuando el purificador a 100 psig y reducido a 1 atm. Presión

Cuadro de limites permitidos de las normas OSHA y CSA

- (1) El estándar OSHA también señala que aire comprimido respirable tiene que por lo menos cumplir con los requerimientos para Tipo 1 – Grado D aire respirable descritos en el ANSI/Compressed Air Gas Association Commodity Specification para aire ANSI/CGA G-7.1-1989.
- (2) El estándar CSA delinea niveles para varios contaminantes adicionales (metano, hidrocarburos no metanos, dióxido de nitrógeno, nitrato de oxido, hidrocarburos halogenados) e incluye por referencia contaminantes documentados por el ACGIH, Los purificadores solamente remueven los contaminantes gaseosos absorbidos normalmente por carbón activado.
- (3) El purificador convierte el CO a CO₂, si bien cierta cantidad del CO₂ es absorbida por las bancadas desecantes, altas concentraciones de CO₂ a la entrada del compresor mas el CO₂ producido por el purificador podrían resultar en sobrepasar los limites de CO₂.
- (4) El purificador solamente remueve los contaminantes gaseosos absorbidos normalmente por el carbón activado.

El aire comprimido es distribuido a través de un sistema de tuberías, la salida tiene una presión de 50 PSI.

3.3.2 Oxígeno (O₂). - El oxígeno que consume el hospital, es suministrado por un proveedor en estado líquido y se deposita en un tanque que esta sometido a alta presión para continuar manteniéndolo en ese estado, en este estado no se puede usar directamente, por lo que se convierte a estado gaseoso y a una presión de 50 PSI, luego de esto es distribuido a los diferentes servicios del hospital, a través de un sistema de tuberías para cada sala de operaciones.

En cada sala de operaciones existe por lo menos dos puntos de salida de oxígeno, que se usan en las máquinas de anestesia y ventiladores para respiración, la presión en el punto de salida es de aproximadamente 50 PSI. Los puntos de oxígeno están compuestos por:

Base master

Tee de metal cromado

Válvulas de aguja

Flujómetros

Frascos humidificadores

3.3.3 Oxido Nitroso (NO₂). - Este gas es suministrado a través de una red tuberías para ser usado en las máquinas de anestesia, y es usado como agente anestésico; el consumo dependerá de su uso, ya que no a todos los pacientes se les aplica este agente.

CAPITULO IV

EVALUACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL HNGAI Y DEL CENTRO QUIRÚRGICO

4.1 Distribución de las Salas Quirúrgicas por Especialidad

En el Centro Quirúrgico del HNGAI, también funciona el Instituto Nacional del Corazón (INCOR) con dos salas de operaciones, el Centro Quirúrgico esta dividido en 14 salas de operaciones, cada una esta dedicada a una cierta especialidad, las cuales se detallan abajo:

- Sala 1, Otorrinolaringología
- Sala 2, Laparoscopia vesicular
- Sala 3, Pediatría
- Sala 4, Laparoscopia
- Sala 5, Laparoscopia, Cirugia general
- Sala 6, Cardiología (INCOR)
- Sala 7, Cardiología (INCOR)
- Sala 8, Neurocirugia
- Sala 9, Traumatología
- Sala 10, Cirugia de mano
- Sala 11, Urología
- Sala de Emergencia
- Sala de Neuroradiología

Las demás áreas que funcionan en un centro quirúrgico son:

- Sala de Recuperación
- Sala de Esterilización
- Sala de Revelados de Placas
- Almacén de Material estéril

- Almacén de drogas
- Oficina de la Jefatura
- Taller de mantenimiento
- Vestidores

Ver Anexo N° 1 (Grafico de Distribución de las Salas Quirúrgicas)

4.2 Objetivos de Mantenimiento en un Hospital

Los objetivos principales son:

- Conservar la capacidad de atención de pacientes de los equipos biomédicos
- Minimizar los trastornos en el Hospital y las fallas de los equipos biomédicos.
- Disminuir los costos.
- Garantizar la seguridad de los pacientes y los usuarios.
- Evitar demoras y/o postergaciones de los actos médicos.

4.3 Cobertura del Equipamiento Biomédico en el HNGAI

El Hospital HNGAI cuenta con una cobertura de equipos que incluye a todos los servicios, los que están clasificados en dos grupos:

- **Equipos Estratégicos**, equipos que por su aplicación médica, desempeño y uso es indispensable, cabe agregar además que el número de equipos de este tipo es limitado, y su inoperatividad afecta la atención del servicio donde se encuentra ubicado, como por ejemplo máquina de anestesia, monitores de signos vitales.
- **Equipos No Estratégicos**, equipos que por uso y/o desempeño no es fundamental, ya que por la cantidad con que se cuenta en el Hospital no afecta, como por ejemplo medidores de presión no invasiva, tomas de oxígeno, bombas de infusión, etc.

El Hospital cuenta con un total de 1631 equipos médicos estratégicos, de un total de 152 diferentes equipos; en esta cobertura no están considerados los equipos de Alta Tecnología. Ver Anexo N° 2 (Tabla de la Cobertura de equipos Biomédicos), además Anexo N° 3 (Tabla de Diversidad de Equipos) y Anexo N° 4 (Diversidad de Servicios).

4.4 Evaluación de la Operatividad del Equipamiento

4.4.1 Definiciones de los Estados de los Equipos.- La evaluación del equipamiento se realizó tomando las siguientes definiciones:

Bueno.- Equipo que se encuentra en estado óptimo para su uso.

Regular.- Equipo que presenta fallas pero que se solucionan, además que su funcionamiento no es óptimo.

Malo por Reparar.- Equipo que se encuentra funcionando pero que tiene fallas lo que ocasiona que no se pueda usar a toda su capacidad.

Malo para Baja.- Equipo que se encuentra funcionando con algún defecto, pero que su uso está limitado y/o obsoleto, no siendo adecuado su uso; por lo que se recomienda su baja técnica.

Inoperativo por Reparar.- Equipo que se encuentra Inoperativo, pendiente de su diagnóstico técnico y/o adquisición del repuesto para su reparación.

Inoperativo para Baja.- Equipo que se encuentra Inoperativo, y que su reparación no justifica para el uso que se le dará al equipo.

Antigüedad.- Este parámetro nos indicara los años que se encuentra en servicio el equipo.

4.4.2 Índices de Operatividad de los Equipos Biomédicos del HNGAI y del Centro

Quirúrgico.- En las siguientes Tabla N° 4.1 y Tabla N° 4.2 donde se detallan el estado y la antigüedad de los equipos biomédicos.

TABLA N° 4.1 Cuadro del estado del equipamiento biomédico.

Item	Estado	HNGAI	INCOR	TOTAL	%
1	Bueno	331	37	368	19.09%
2	Regular	1217	154	1371	71.11%
3	Malo por Reparar	17	18	35	1.82 %
4	Malo para Baja	26	2	28	1.45 %
5	Inoperativo por Reparar	65	18	83	4.30 %
6	Inoperativo para Baja	38	4	42	2.18 %
7	No Indica Estado	1	0	1	0.05 %
		1695	233	1928	100.00%

TABLA N° 4.2 Cuadro de antigüedad del equipamiento biomédico.

ANTIGUEDAD	HNGAI	INCOR	TOTAL	%
[0-5> Años	394	68	462	23.96 %
[5 - 7> Años	137	42	179	9.28 %
>= 7 Años	1164	123	1287	66.75 %
			1928	100%

En los siguientes Tabla N° 4.3 y Tabla N° 4.4 donde se detallan el estado y la antigüedad de los equipos biomédicos del Centro Quirúrgico.

TABLA N° 4.3 Cuadro del estado del equipamiento biomédico del Centro Quirúrgico.

Item	Estado	HNGAI	INCOR	TOTAL	%
1	Bueno	42	1	43	15.81%
2	Regular	178	13	191	70.22%
3	Malo por Reparar	3	0	3	1.10 %
4	Malo para Baja	12	0	12	4.41 %
5	Inoperativo por Reparar	9	2	11	4.04 %
6	Inoperativo para Baja	10	1	11	4.04 %
7	No Indica Estado	1	0	1	0.37 %
		255	17	272	100.00%

TABLA N° 4.4 Cuadro de antigüedad del equipamiento biomédico del Centro Quirúrgico

ANTIGUEDAD	HNGAI	INCOR	TOTAL	%
[0-5> Años	37	1	38	13.97%
[5 - 7> Años	11	4	15	5.51 %
>= 7 Años	207	12	219	80.51%
			272	100%

4.5 Definiciones de Mantenimiento

4.5.1 Mantenimiento Preventivo.- Son las intervenciones periódicas que se realizan al equipo o instalación estando operativo, de acuerdo a un programa de actividades de mantenimiento, mediante la inspección del bien, chequeo del funcionamiento, limpieza, ajuste, calibración y regulación, pudiendo incluir cambio de repuestos y partes.

4.5.2 Mantenimiento Correctivo.- Son las intervenciones que se realizan al equipo o instalación para efectuar su rehabilitación cuando se detectan desperfectos en el funcionamiento o producción, estando el equipo operativo o inoperativo. Principalmente este tipo de mantenimiento involucra cambio de piezas y partes para evitar fallas a corto plazo.

4.5.3 Ciclo de Vida de los Equipos.- Un equipo y su funcionamiento en relación con las fallas, se ha determinado que las fallas que presenta un equipo, no es uniforme a lo largo de su vida útil, sino que existen variaciones bien definidas durante los periodos inicial y final, así como el lapso comprendido entre ellos donde la tasa de fallas es constante, esto se puede apreciar en la Figura 4.1. Por lo que podemos distinguir tres tipos de fallas:

Fallas Prematuras.- Estas fallas suelen aparecer poco después de la puesta en funcionamiento, sus causas más frecuentes son:

Defectos de fabricación

Material defectuoso

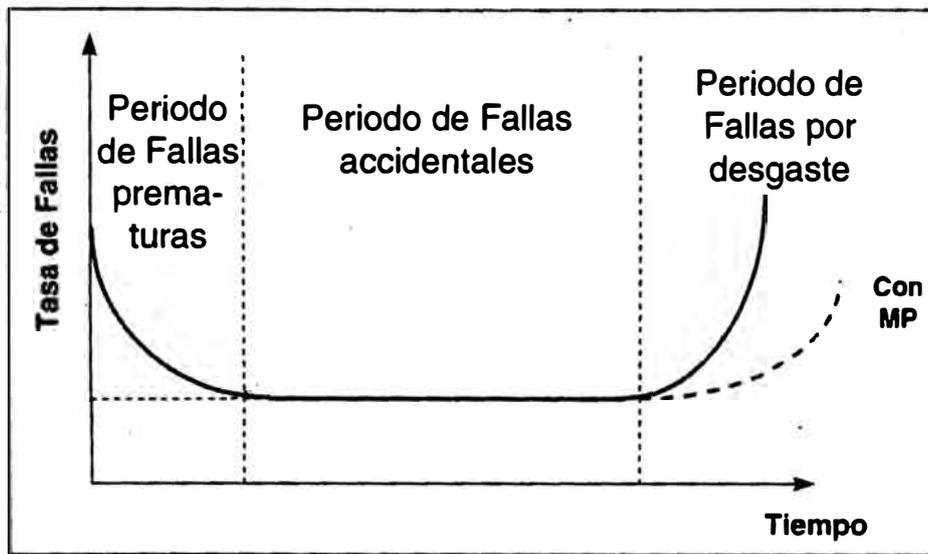
Fallas de montaje

Errores de operación

Fallas Causales.- Estas se dan en el periodo normal de trabajo, y son causadas de las piezas o componentes que tienen una vida útil promedio correspondiente a la mitad del promedio del periodo del trabajo, una vez pasado la vida útil promedio, comienzan los trabajos preventivos de reparación.

Fallas de Desgaste.- Estas fallas son debidas a la degradación irreversible de las características del elemento, propio del mismo diseño, consecuencia del tiempo de funcionamiento.

El ciclo de vida de los equipos



Categoría	Fallas prematuras	Fallas accidentales	Fallas por desgaste
Causa	Errores diseño Fabricación	Errores Operacionales	Desgaste
Contra-medidas	Ensayos para aceptación y control de arranque	Operación Apropiaada	Mejora Preventiva y de Mantenibilidad

Fig. 4.1 Ciclo de vidas de los equipos.

4.6 Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM)

Es el formato utilizado por ESSALUD, para registrar las actividades de mantenimiento de los equipos e instalaciones del Hospital, en este formato se detallan los eventos que afectan a un equipo medico. (Ver Anexo N° 5 Formato de OTM)

4.6.1 Finalidad.- Simplificar el proceso administrativo para conseguir una atención oportuna de los requerimientos de mantenimiento correctivo y preventivo.

4.6.2 Responsables.- Son responsables de cumplir y hacer cumplir el instructivo:

- a. El Director de Administración, los profesionales y funcionarios que se designe en difundir, implementar y racionalizar su aplicación.
- b. El jefe de la Oficina de Mantenimiento en el uso, registro de la OTM, atención de los requerimientos e informe de resultados.

- c. El jefe de Logística en el suministro oportuno y adecuado de los repuestos, accesorios y materiales, solicitados para el mantenimiento de los equipos e instalaciones hospitalarias, así como en brindar información que permita efectuar el registro del gasto, operaciones y control de costos.
- d. Los usuarios de los equipos e instalaciones en el requerimiento oportuno del servicio y elaboración adecuada de la OTM.

4.6.3 Aplicación.- La OTM es usado para solicitar los siguientes servicios:

Mantenimiento Preventivo: Mediante:

- 1) Servicios Propios.- Comprende las acciones periódicas orientadas a preservar el estado de presentación, funcionamiento y de producción; el requerimiento corresponde a la Oficina de Mantenimiento de acuerdo a la programación de actividades respectiva.
- 2) Servicios Contratados.- Comprende las acciones periódicas orientadas a preservar el estado de presentación, funcionamiento y de producción; el requerimiento corresponde a la empresa de servicios de mantenimiento de acuerdo a la programación de actividades respectiva, previa aprobación de la Oficina de Mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo: Mediante:

- 1) Servicios Propios.- Comprende la reparación de equipos e instalaciones hospitalarias con recursos humanos, planta física, equipos y herramientas de la Oficina de Mantenimiento, con el suministro de repuestos, accesorios y materiales de stock de almacén; la Oficina de Logística intervendrá en la adquisición oportuna de repuestos, accesorios y/o materiales cuando no haya en stock.
- 2) Servicios Contratados.- Comprende la reparación de equipos e instalaciones hospitalarias mediante persona natural o jurídica contratada, comprende la utilización de los recursos humanos, instrumentos, instalaciones y herramientas; así como el suministro de repuestos, accesorios y materiales con cargo al respectivo proveedor previa aprobación de la oficina de Mantenimiento.

4.6.4 Procedimientos.- El usuario o responsable del servicio, cuando observe deficiencias de presentación, producción y/o de funcionamiento en los equipos e instalaciones consideradas críticas o prioritarias a su cargo, formulará la OTM, consignando:

- 1) Nombre del área usuaria
- 2) Fecha de emisión de la OTM
- 3) Datos de identificación (nombre, marca, modelo, serie, código del equipo) y ubicación

- 4) Descripción de las fallas observadas, debiendo referir cualquier anomalía o mal funcionamiento

La Oficina de Mantenimiento recibe la OTM consignando su numeración correlativa, fecha de recepción así como establece la prioridad de atención; el taller respectivo constata la necesidad del servicio de mantenimiento, detalla las especificaciones técnicas del servicio y determina el tipo de atención (personal propio o terceros), en el caso de servicios contratados se requerirá de la aprobación del jefe de mantenimiento.

Cuando el Servicio de Mantenimiento se Realiza con la Empresa de Mantenimiento Contratada

- a). El responsable de la acción de mantenimiento anota la fecha de inicio, ejecuta la labor preventiva o correctiva, indicando en la OTM las operaciones técnicas realizadas y los repuestos, accesorios y/o materiales utilizados; indicando fecha de culminación.
- b). Cuando en almacén no se encuentre los repuestos y materiales, la Oficina de Mantenimiento de acuerdo a la evaluación técnica, formula el Pedido Comprobante de Salida y la entrega a almacén, para que Logística proceda a la realizar la compra respectiva.
- c). Concluida la operación de mantenimiento, con la respectiva Pedido Comprobante de Salida y/o tarjeta de control de almacén, valoriza el rubro que corresponde a los repuestos y materiales utilizados y coloca su firma en la OTM.
- d). El usuario recibe el bien o servicio, firma la conformidad y coloca la fecha de recepción.

Cuando el Servicio de Mantenimiento se Realiza con Terceros

- a). El responsable de la labor de mantenimiento elabora un informe con las especificaciones técnicas y formula el requerimiento de contratación de servicios externos, adjuntando el respectivo Pedido comprobante de Servicios indicando la prioridad de atención.
- b). La oficina de Logística, en base al listado de proveedores hábiles del registro de proveedores, invita, selecciona y contrata el servicio con el apoyo técnico de Mantenimiento.
- c). Los reportes de contratación de servicios, serán remitidos a la dependencia de mantenimiento mediante una copia del Pedido Comprobante de Servicios, para efectos de ser consignados en la OTM para el registro correspondiente.

- d). La Oficina de Mantenimiento verificará la calidad de los servicios prestados por el proveedor, controla la utilización y calidad de los repuestos y materiales, recepcionando los sustituidos, supervisa y verifica la prestación del servicio de mantenimiento.
- e). Con la aceptación del usuario la Oficina de Mantenimiento recepciona el servicio y emite el informe técnico de conformidad.

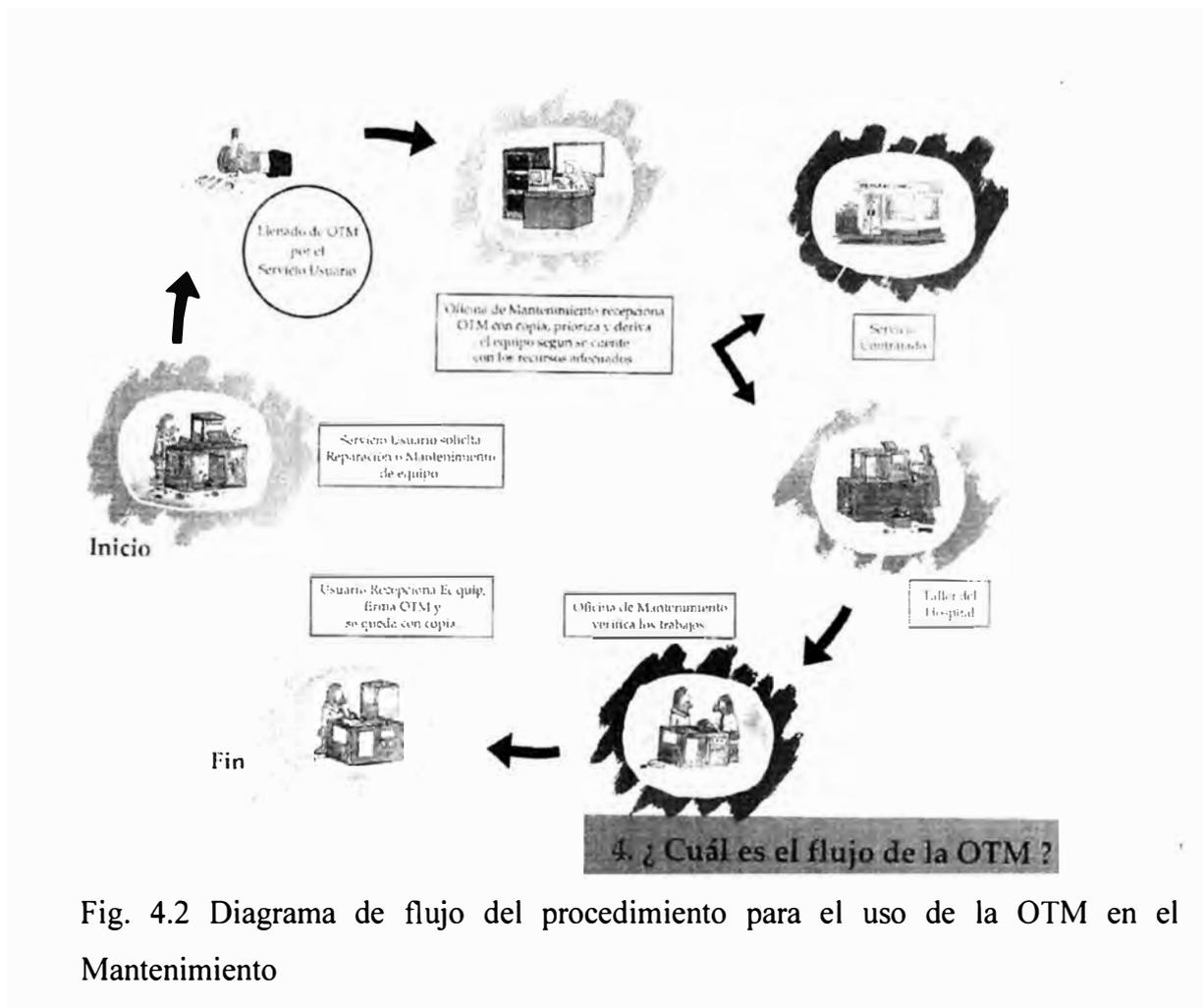


Fig. 4.2 Diagrama de flujo del procedimiento para el uso de la OTM en el Mantenimiento

4.7 Programación del Mantenimiento de Equipos

La programación del mantenimiento de equipos se realiza de acuerdo a los siguientes factores:

1. Complejidad del equipo, ya que este es un factor importante ya que no es recomendable un mantenimiento frecuente, ya que su mantenimiento es dificultoso y lleva un largo período de tiempo.
2. Frecuencia de uso, se le realiza un mantenimiento mas frecuente tomando en cuenta al uso que es sometido.

3. Disponibilidad, este factor es crucial ya que en algunos casos el equipo no se encuentra disponible, ya que se requiere su uso continuo; también se presenta el caso de que esta conectado permanentemente y un paciente es dependiente de este equipo.
4. Ubicación del equipo, este factor afecta en el mantenimiento, ya que el acceso a ciertas áreas restringidas ocasiona demoras, y en algunos casos postergaciones, como por ejemplo en un centro quirúrgico.

4.8 Conclusiones de la Evaluación del Sistema de Mantenimiento

En esta evaluación realizada del sistema de mantenimiento, se ha presentado las siguientes deficiencias:

1. La atención para la solución de fallas presentadas en los equipos biomédicos no es oportuna, presentándose en la mayoría de los casos demoras.
2. El personal técnico debido a que atiende una gran diversidad de equipos no especialización.
3. Al no contar con personal especializado, las evaluaciones técnicas para la adquisición de repuestos no es puntual y/o el diagnóstico no es exacto, ocasionando un alto costo de adquisición de repuestos.
4. El personal no se encuentra capacitado para la elaboración de especificaciones técnicas de repuestos y accesorios para los equipos biomédicos, lo que ocasiona gastos y demoras ya que los proveedores no tienen la información exacta del requerimiento, presentándose casos de una compra no adecuada de accesorios.
5. El personal técnico no cuenta con los conocimientos adecuados del uso y aplicación de los equipos biomédicos, lo que repercute en un mantenimiento adecuado.
6. En el Centro Quirúrgico no existe la cantidad suficiente de equipos biomédicos para tener equipos en Stand By, por lo que si falla algún equipo, la solución debe ser rápida y segura, ya que de estos equipos depende pacientes que están siendo intervenidos quirúrgicamente.
7. En el Centro Quirúrgico no se realiza un adecuado mantenimiento ya que, el personal que realiza tales labores no es adecuada.
8. Debido a que el personal asistencial Doctores, Enfermeras y personal Técnico Asistencial, continuamente está rotando, estos no están familiarizados con el manejo del equipo; requiriendo la asistencia del personal técnico para su manipulación, por

ejemplo la configuración de los monitores y correcta instalación de los equipos biomédicos..

9. En el Centro Quirúrgico existe gran diversidad de equipos biomédicos y además por cada cierto tipo de equipos existe una cantidad de marcas, dificultando una estandarización en su mantenimiento.
10. No se cuenta con herramientas y/o instrumentos para la certificación del correcto funcionamiento de los equipos biomédicos, como son que la monitorización de los equipos están mostrando parámetros correctos y fiables, por ejemplo la frecuencia de la onda cardiaca.
11. No se cuenta con una organización para el requerimiento de los materiales fungibles que son directamente pedidos y usados por el personal médico, como son cánulas, filtros de pacientes, máscaras.

CAPITULO V

FORMULACION E IMPLEMENTACION DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCION

De acuerdo a las conclusiones de la evaluación del Sistema de Mantenimiento del Centro Quirúrgico del HNGAI, y con la finalidad de proponer en forma adecuada las alternativas de solución a la problemática encontrada, es necesario realizar un análisis general de lo encontrado en el entorno en el cual realizamos la conceptualización del Mantenimiento, para posteriormente formular y aplicar las alternativas de solución a la problemática encontrada.

Se debe tener en cuenta que si bien la evaluación se realizó en forma global para todo el Hospital se desagregó lo que concierne al Centro Quirúrgico, del cual se nota que en esta área es en donde se presenta la mayor cantidad de equipos Biomédicos, también donde se ubica la mayor cantidad de equipos críticos por lo que su importancia en comparación con el resto del hospital es crucial. Es por esto que los problemas que se presentan en un área como esta repercute en todas las demás áreas, ya que en esta área confluye todos los pacientes de todas las especialidades.

5.1 El Entorno del Mantenimiento

Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de Mantenimiento y su relación con el entorno en que se desenvuelve, han validado los conceptos utilizados en el presente Diagnóstico, y se ha definido de una manera clara el término de Gestión, como uno de los principales soportes del Mantenimiento en la moderna concepción del Hospital como Empresa.

En este contexto se ha concluido que la Gestión del Mantenimiento, por la naturaleza de sus acciones, requiere que sea gerenciada por un especialista en Mantenimiento

Hospitalario, cuyas acciones también deberán concordar con una Gestión administrativa adecuada.

Para alcanzar las metas y objetivos propuestos de Mantenimiento en los Establecimientos de Salud, con el fin de lograr una mejor producción en los servicios de salud, se requiere de una adecuada conservación de los equipos hospitalarios, a fin de que los usuarios de estos servicios, puedan alcanzar niveles de atención óptimos; para ello, debe existir una clara y moderna filosofía del Mantenimiento en los Establecimientos de Salud, con los criterios que a continuación se enuncian:

1. Mantener los equipos en óptimas condiciones de operatividad y rentabilidad de los servicios de salud, reduciendo su depreciación y evitando un prematuro envejecimiento o deterioro, que obligue a una renovación no programada con gastos generales muy elevados, y/o reparaciones costosas que deben ser evitadas.
2. Programar las actividades de Mantenimiento a los equipos, a fin de evitar fallas o imprevistos, que signifique reducir la capacidad de atención del servicio asistencial, y con ello el normal desenvolvimiento de las funciones preestablecidas, evitando el incremento de los gastos de Mantenimiento, que inciden directamente en los costos de los servicios de salud.
3. Reducir con una adecuada Gestión de Mantenimiento, daños o perjuicios a los usuarios (pacientes) y personal asistencial, asimismo evitar las paralizaciones no programadas de los servicios.
4. Concientizar al personal de Mantenimiento de la importancia de la Gestión, propiciando mediante la capacitación, la formación de líderes de excelencia en cada personal de Mantenimiento, propio o de empresas de servicios.

Es por esto que las propuestas de solución de esta problemática y su ejecución se han divididos en los siguientes aspectos.

5.2. Gestión Administrativa

Esta referido a la organización, planeamiento, programación y ejecución, supervisión y control del Mantenimiento, por lo que para mejorar la disponibilidad operativa de los equipos biomédicos se ha implementado lo siguiente:

5.2.1 Reorganización de la Estructura del Área de Mantenimiento Biomédico.- Se cambio la organización del mantenimiento involucrando las nuevas técnicas y moderna

organización, incluyendo en la estructura orgánica las áreas básicas de Operatividad y la de Coordinación Técnica. La nueva estructura del área Biomédica, se aprecia en la Figura 5.1.

Se ha dividido la atención de toda la cobertura de acuerdo a una clasificación de equipos, ya que esto nos servirá para:

La especialización del personal técnico.

Solución de la fallas mas rápidas y fiables.

Una nueva organización de talleres y personal.

Esta nueva reorganización influirá en la atención de mantenimiento que requiere un centro quirúrgico. (Ver Figura 5.2 organigrama de la estructura de la atención de mantenimiento biomédico).

5.2.2 Clasificación de los Equipos Biomédicos.- Se ha clasificado los equipos de acuerdo a su criticidad, esta clasificación de los equipos Biomédicos es de acuerdo a la función, importancia y criticidad, siendo estas las siguientes:

- a. Critico
- b. Importante
- c. Regular
- d. Opcional

Esta clasificación nos sirve para tomar la siguiente decisión:

Prioridad de atención

Inversión de los recursos económicos.

Evitar paralización prolongados de equipos críticos.

Evitar paralización de la atención medica producto de la inoperatividad de un equipo.

Para llevar esta clasificación se realizaron los siguientes pasos previos:

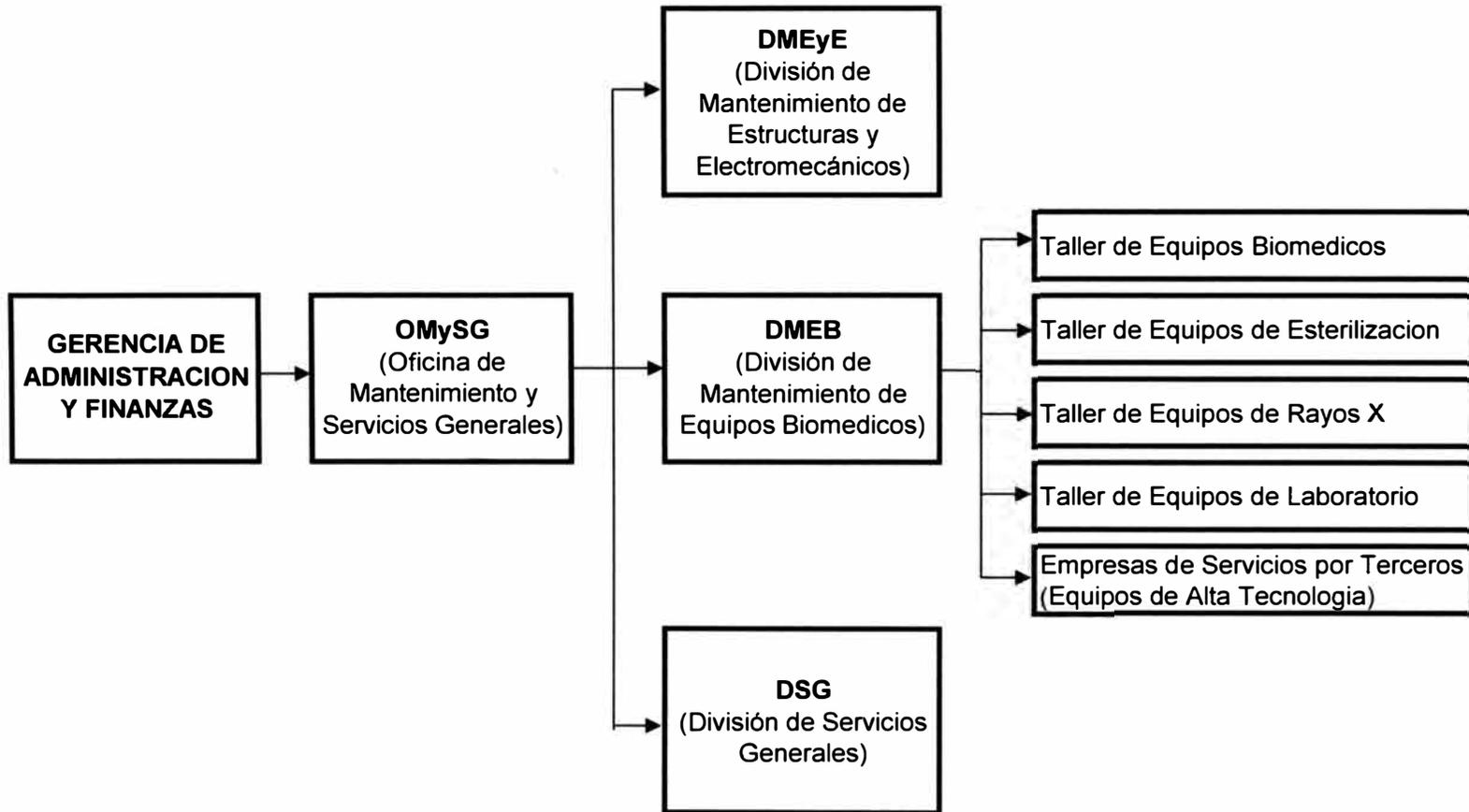


Fig. 5.1 ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA DEL MANTENIMIENTO BIOMEDICO DEL HNGAI

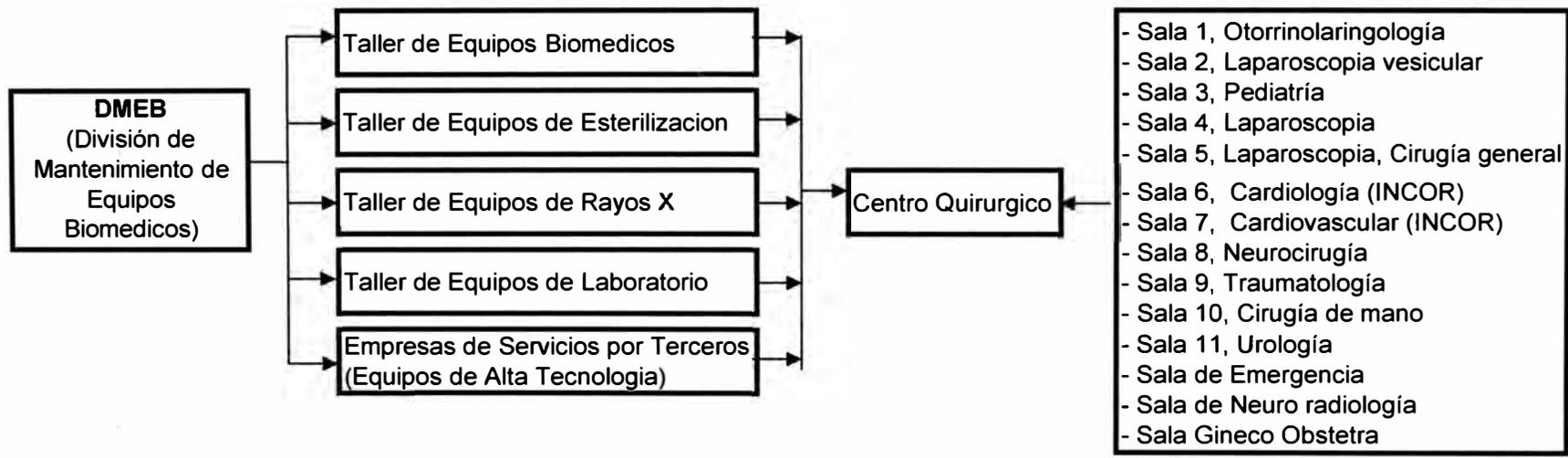


Fig. 5.2 ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA DE LA ATENCION DE MANTENIMIENTO BIOMEDICO DEL CENTRO QUIRURGICO

Primera etapa: Identificación del Equipamiento Estratégico por Criticidad.- Se revisaron conceptos de CRITICIDAD tanto de equipos en las Empresas de Productos como en las de Salud, para esto se realizaron los siguientes pasos:

- I. Se realizaron charlas informativas a todo el personal de mantenimiento a fin de que se difundiera el concepto de criticidad. (Ver Tabla 5.1 Concepto de Criticidad)
- II. Se entregó a cada personal encargado de una cobertura de equipos la escala de ponderación y la ficha de Importancia Crítica del Equipamiento para evaluación de todo el equipamiento de su cobertura biomédico y, luego del cual se obtuvo los Equipos Biomédicos Críticos por Cobertura de cada Taller. (Tabla 5.2 y 5.3 Importancia y Evaluación de Criticidad)
- III. Se implementó la ficha de incidentes de un equipo crítico con la finalidad de llevar un control de estos equipos. (Ver Figura 5.3: Ficha de incidentes)

Segunda Etapa: Medición de los Tiempos de Funcionamiento de los Equipos Críticos.- Cada Taller de Mantenimiento realizó una medición de los siguientes tiempos, a cada uno de los Equipos Críticos:

- Periodo de Evaluación (P_e)
- Tiempo Previsto de NO USO del equipo crítico en el Servicio Asistencial (T_{pnu})
- Tiempo Previsto de USO en base al horario de Atención o de funcionamiento del Equipo en el Servicio Asistencial (T_{pu})
- Tiempo de paradas planificadas efectivas. Mantenimientos Preventivos Programados (T_{ppe})
- Tiempo de paradas NO planificadas. Incidentes reportados de los Equipos Críticos (T_{pnp})
- Tiempo de NO funcionamiento mínimo. Para evitar la reducción de la vida útil del Equipo ($T_{nf\ mín}$).

TABLA N° 5.1 CONCEPTO DE CRITICIDAD DEL EQUIPAMIENTO (Equipos, Instalaciones, Sistemas)

	EMPRESA DE PRODUCTOS	EMPRESA DE SALUD
Nivel de Criticidad 1:	<p>No debe fallar</p> <p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para la Planta Para parte de la Planta Para una línea de Producción Gran pérdida Económica Ocasionaría daños Corporales (Calderos, Grúas, Elevadores, Hornos) Ocasionaría daños Ambientales (Derrame de Hidrocarburos, Productos Químicos) 	<p>No debe fallar</p> <p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se pierde la Vida Se pone en riesgo la Vida Se pone en riesgo algún órgano o sentido Perjudica al Hospital Ocasionaría daños Corporales(Calderos, Grúas, Elevadores, Hornos) Ocasionaría daños Ambientales (Derrame de Hidrocarburos, Productos Químicos)
Nivel de Criticidad 2:	<p>No deberían fallar</p> <p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> No tendría un fuerte impacto en la Planta (Existe otro similar disponible) No detiene la Producción (Falla toma poco tiempo repararla) 	<p>No deberían fallar</p> <p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> No pierde la vida o se pone en riesgo la Vida, órgano o sentido (Existe otro similar disponible) No detiene el acto Asistencial (Falla toma poco tiempo repararla)
Nivel de Criticidad 3:	<p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se puede reprogramar su Mantén. Prevent. No afecta sustancialmente la efectividad de la Planta 	<p>Si falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se puede reprogramar su MP No afecta el acto Asistencial

TABLA N° 5.2 - A IMPORTANCIA CRITICA DEL EQUIPAMIENTO (Equipos, Instalaciones, Sistemas)

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	Ponderación	OBSERVACIONES
1	Cuando falla como afecta en ese momento			
	a. Al Paciente	Pierde la vida	4	Como afecta al paciente en el instante de producida la falla
		Pone en riesgo la vida	3	
		No hay riesgo	0	
	b. Al Operador	Si	2	Posibilidad de accidente del operador
		No	0	
	c. Al Servicio	Si	2	Pone en riesgo la actividad propia del servicio donde se encuentra ubicado
		No	0	
	d. A la Seguridad en General	Si	2	Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos
		No	0	
2	Cuando sale de operatividad			
		Para	4	El servicio brindado como afecta durante el tiempo que dura la reparación o reposición.
		Reduce	2	
		No para	0	
3	Valor Técnico - Económico			
	Considerar costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de \$ 20,000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de \$ 1,000

TABLA N° 5.2 - B IMPORTANCIA CRITICA DEL EQUIPAMIENTO (Equipos, Instalaciones, Sistemas)

4	Probabilidad de Falla (Confiabilidad)			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite
		Baja	0	
5	Flexibilidad de Suplirlo			
		Único	3	No existe otro igual o similar
		By pass	2	El sistema puede seguir funcionando
		Stand by	1	Existe otro igual o similar no instalado
		Varios en uso (Portátil)	0	Existe otro igual o similar en otro sitio fácil de traer
6	Dependencia Logística			
		Mucho tiempo	3	Mayor a 2 meses
		Regular tiempo	2	Menor a 2 meses
		Poco tiempo	1	Menor a 1 semana
		Inmediato	0	En 24 horas
7	Dependencia de la Mano de Obra			
		Terceros a Todo Costo	2	Mantenimiento realizado por terceros
		Propia	0	Mantenimiento realizado por talleres
8	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad)			
		Alta	2	Mantenimiento Correctivo Difícil
		Baja	0	Mantenimiento Correctivo Fácil

TABLA N° 5.3 Ficha de Evaluación con Escalas de referencia

IMPORTANCIA CRITICA DEL EQUIPAMIENTO (Equipos, Instalaciones, Sistemas)

Cobertura:

ITEM	ETQ	SERVICIO	DESCRIPCION	PONDERACIÓN								TOTAL	Escala de Referencia		
				1a	1b	1c	1d	2	3	4	5			6	7
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															

RESUMEN

ESCALA DE REFERENCIA	CANT
CRITICO	21-28
IMPORTANTE	13-20
REGULAR	06-12
OPCIONAL	00-05

EsSALUD Oficina de Mantenimiento y Servicios Generales Area de Planeamiento y Seguimiento		NOMBRE DEL TALLER	
REPORTE DE INCIDENTES PARALIZACION DEL EQUIPO BIOMEDICO CRITICO			
DATOS DEL EQUIPO			
Equipo :	Etiqueta :	Horario de Utilización del equipo en el Servicio	
Marca :	Servicio :	Lu - Vie :	
Modelo :	Serie :	Sábado :	
		Domingo :	
DATOS DEL PERSONAL RESPONSABLE			
Técnico Responsable :			
Ing. Residente Taller :			
			Firma y Sello del Ing. Residente
DATOS DEL INCIDENTE DEL EQUIPO			
¿Qué Sucedió? :		Fecha Parada :	
.....		Hora Parada :	
¿Cuál (es) fue(ron) la(s) causa(s) del incidente (Marque con un Aspa X , una o varias de las razones principales indicadas)			
<input type="checkbox"/>	Por Falla interna de la parte principal del equipo. Indicar la parte dañada	:
<input type="checkbox"/>	Por Falla de un(os) componente(s) del equipo. Indicar que componente(s)	:
<input type="checkbox"/>	Se malogró el (o los) Accesorio(s) que se utiliza con el equipo. Indicar cual(es)	:
<input type="checkbox"/>	No se suministró a tiempo el (o los) Repuesto(s) Programado(s). Indicar cual(es)	:
<input type="checkbox"/>	No se suministró el (o los) Insumo(s) que se utiliza con el equipo. Indicar cual(es)	:
<input type="checkbox"/>	Por error en el manejo del equipo por el personal asistencial (usuario)	:
¿ Tipo de Falla (*) ? (La que se evidencia luego de la Inspección realizada)			
<input type="checkbox"/>	Mecánica (Una parte, pieza mecanica interna o externa del equipo se malogró)	:	
<input type="checkbox"/>	Eléctrica (Problemas con el suministro de energía eléctrica, cable alimentación del equipo, etc.)	:	
<input type="checkbox"/>	Electrónica (Una Tarjeta, dispositivo, memoria, etc del equipo se malogró)	:	
<input type="checkbox"/>	Software (El software del equipo esta averiado o no esta funcionando adecuadamente)	:	
<input type="checkbox"/>	Otros (Indicar)	:	
(*) Puede marcarse uno o mas de las alternativas señaladas			
ACCIONES REALIZADAS AL MOMENTO DE EMITIR EL REPORTE		Evaluación Técnica del Equipo	
<input type="checkbox"/>	Se continua realizando la evaluación técnica del equipo	Fecha Inicio :	
<input type="checkbox"/>	Se ha concluido con la evaluación técnica del equipo pero esta pendiente su Solicitud de Compra	Hora Inicio :	
<input type="checkbox"/>	Se ha remitido la Solicitud de Compra al Supervisor del Taller de Mantenimiento		
<input type="checkbox"/>	El equipo fue reparado parcialmente y puesto operativo por necesidad del Servicio		
<input type="checkbox"/>	El Equipo fue reparado completamente y puesto operativo en el Servicio		
.....		Puesta en Operatividad del Equipo	
Firma y Sello		Fecha :	
Ing. Supervisor		Hora :	

Fig. 5.3 Ficha de Reporte de Incidentes

Tercera Etapa : Calculo de la Disponibilidad y el Factor de Posible Incremento de Atención del Equipo en el Servicio.- Con la medición de tiempos y los Reportes de Incidentes enviados por los Talleres de Mantenimiento se procede a realizar la Evaluación de los Índices de Disponibilidad y el Factor de Posible Incremento de Atención del Equipo en el Servicio Asistencial.

Cuarta Etapa : Seguimiento de las Gestiones Efectuadas para los Equipos Críticos que Continúan Inoperativos en los Servicios.- Una vez realizado los Reportes de Disponibilidad y el Factor de Posible Incremento de atención del Equipo en el Servicio, se procede a determinar cuales se encuentran aún INOPERATIVOS a fin de proceder a realizar el seguimiento desde la Etapa de Evaluación Técnica, Solicitud de Compra, Especificaciones Técnicas de los Repuestos y/o Servicios por Terceros a Todo Costo solicitados para su reparación, así como también los trámites del Supervisor de Taller para el envío de dicha solicitud hacia la Oficina de Abastecimientos, y los avances de los trámites en dicha Oficina.

Quinta Etapa : Reporte del Estado Operativo de los Equipos Críticos.- Mensualmente se emite un informe del estado de los equipos críticos a las autoridades del HNGAI, a fin de que las autoridades y jefes de servicios tengan conocimiento del estado actual del equipamiento crítico, con la finalidad de que tomen las medidas preventivas por un equipo Inoperativo, que repercutirá en la atención de sus servicio con los asegurados, por ejemplo: una máquina de anestesia ocasionara las postergaciones de las intervenciones quirúrgicas de una sala afectando al servicio que tiene asignado o especializado, además de que para casos que no pueden ser postergados se le asignara otra sala y que no afecte el desenvolvimiento normal del centro quirúrgico. (Ver Figura 5.4: Reporte de criticidad)

5.2.3 Adquisición de Instrumentos y Simuladores de Equipos Biomédicos.- Se gestiona la adquisición de instrumentos especializados para el mantenimiento de equipos biomédicos, en esta etapa de mejoramiento se adquirieron lo siguiente:

ESSALUD

OFICINA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES
 AREA DE PLANEAMIENTO Y SEGUIMIENTO

DEPARTAMENTO DE EMERGENCIA

REPORTE DE DISPONIBILIDAD Y FACTOR DE INCREMENTO DE ATENCION DE LOS EQUIPOS BIOMEDICOS CRITICOS DEL HNGAI

DIAS DE EVALUACION: **29**

HORAS DE EVALUACION: **696**

MES DE EVALUACION: **FEBRERO**

DEPARTAMENTO Y/O SERVICIO	EQUIPO	MARCA	MODELO	ANTIGÜEDAD EN AÑOS	ETIQUETA PATRIMONIAL	N° Paradas en el Mes		N° Horas Inoperativo (Tnp)	Disponibilidad (D %)	N° Actual de Horas de Atención del Equipo	N° Máximo Posible de Horas de Atención del Equipo	Factor de Posible Incremento de Atención Horaria del Equipo (FPIAH)	SITUACION DEL EQUIPO
						Por Fallas Propias del Equipo	Por Otros Factores						
SERVICIO DE EMERGENCIAS	DESFIBRILADOR CON MONITOR Y PALETAS EXTERNAS E INTERNAS	NIHON KOHDEN	TEC-7531K	3	00107661	0	0	0	100,00%	696,0	696,0	0,00	OPERATIVO
	DESFIBRILADOR CON MONITOR Y PALETAS EXTERNAS E INTERNAS	NIHON KOHDEN	TEC-7531K	3	00112092	0	0	0	100,00%	696,0	696,0	0,00	OPERATIVO
	EQUIPO DE RAYOS X (EMERG)	GEC WATSON	DEAN 300	37	00800258	0	0	0	98,78%	687,5	687,5	0,00	OPERATIVO
	PROCESADOR AUTOMATICO DE PELICULAS - BAJA CAP	3M	XP 2000	7	00110427	0	0	0	98,06%	682,5	682,5	0,00	OPERATIVO
	VENTILADOR MECANICO	BIRD	T-BIRD	4	00112203	0	0	0	100,00%	696,0	696,0	0,00	OPERATIVO
	VENTILADOR MECANICO	HAMILTON	AMADEUS	7	00107698	1	0	696	0,00%	0,0	0,0	0,00	INOPERATIVO
	VENTILADOR MECANICO	HAMILTON	AMADEUS	7	00110928	0	0	0	100,00%	696,0	696,0	0,00	OPERATIVO
	VENTILADOR MECANICO PORTATIL	BIRD	AVIAN	3	00112091	0	0	0	100,00%	696,0	696,0	0,00	OPERATIVO

LEYENDA:

N° Actual de Horas de Atención del Equipo : N° horas mensual que el equipo estuvo disponible para uso, calculado en base a la función y horario actual del Servicio
 N° Máximo Posible de Horas de Atención del Equipo : Proyección del Incremento Máximo de Horas que el equipo pudo estar disponible para uso en el mes
 Factor de Posible Incremento de Atención Horaria del : Indica el número de veces que el equipo puede incrementar sus horas de Atención

FPIAH > 0 : Indica el número de veces en que posiblemente PUEDE INCREMENTARSE el horario de Uso del Equipo
FPIAH = 0 : Indica que el Servicio NO PUEDE incrementar el horario de Uso del Equipo.
FPIAH < 0 : Indica el número de veces en que DEBE DISMINUIRSE el horario de Uso del Equipo para no degradar su vida útil.

Fig. 5.4 Reporte de criticidad.

Estos instrumentos son proporcionados por la institución, ya que el costo que demanda su adquisición es alto, por lo que estos no lo pueden asumir las empresas residentes:

Simulador de Electrocardiograma (ECG).- Características:

- Simulación de ECG / 12-Electrodos con salidas independientes
- Capacidad de seleccionara hasta 43 arritmias
- Cuatro canales de Presión Invasiva (IBP), incluyendo Swan-ganz
- Simulación de respiración
- Simulación de temperatura
- Simulación de Gasto Cardíaco (CO)
- Pantalla brillante de cuatro líneas por 20 caracteres
- Test de detección de R-onda.
- Opera con batería de 9 Voltios y fuente externa 220 VAC.
- Test de batería externa de 9 Voltios
- Puerto RS232 para control por computadora
- Panel frontal con un teclado suave.
- Tamaño compacto.
- Conexiones universales para ECG.
- Marca CE (Comunidad Europea)
- Puerto de expansión.

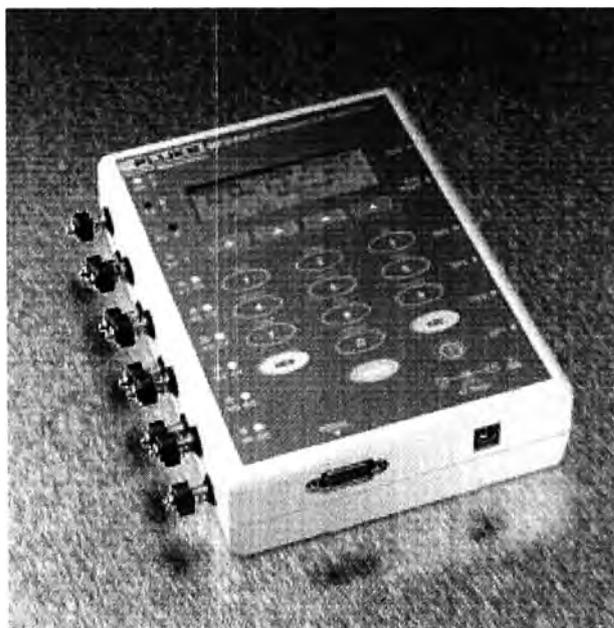


Fig. 5.5 Simulador de ECG

Testeador de Electrocirugías

Características

Protocolos de Test automáticos.

Generador de salida y medición de fuga de radiofrecuencia.

Test de aislamiento de carga.

Salida de osciloscopio.

Puerto serial e impresora.



Fig. 5.6: Simulador de Presión No Invasiva

Simulador de Saturación de Oxígeno (spo₂).- Características:

Portátil

Diez curvas cargadas en fábrica

Dedo fisiológico para un completo Test de SpO₂

Simulación simultánea de movimiento y nivel de oxígeno arterial.

Habilidad para variar de 50 y 60 Hz frecuencia de artefactos por +4 Hz en pasos de 0.3 Hz.

Test de Oxímetro

Puerto RS232

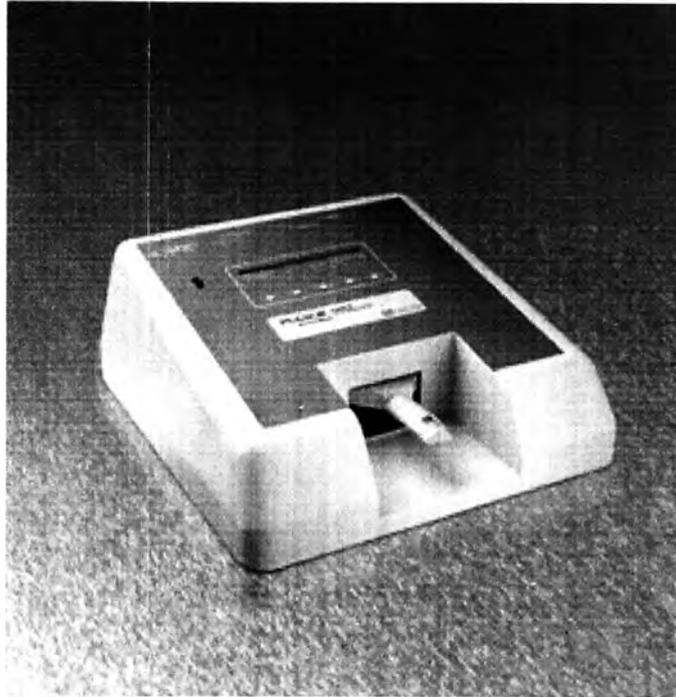


Fig. 5.7: Simulador de Saturación de Oxígeno (SpO_2)

5.2.4 Definiciones de los Materiales para la Continuidad Operativa de los Equipos

Biomédicos.- En este punto se definirán los conceptos de los materiales que intervienen en la operatividad de un equipo, además de las personas que se responsabilizan de su gestión para su reemplazo y/o adquisición.

Repuestos.- Son los materiales que son usados para mantener la continuidad operativa de un equipo, pudiendo ser usado en un mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo, la falta de esto deriva en la Inoperatividad del equipo, la responsabilidad de su gestión esta a cargo del área de mantenimiento.

Insumos.- Son los materiales que por su uso se requiere estar continuamente cambiando o suministrando debido a que se gasta o se consume; como por ejemplo papel de impresión, gel, tinta para impresión, etc. La responsabilidad esta a cargo de los usuarios, médicos, tecnólogos, enfermeras y jefes de servicio.

Accesorios.- Son los materiales que su falta no afecta el funcionamiento del equipo pero que lo limita en alguna función; como por ejemplo sensor de pulsioximetría, cable paciente

de ECG, etc. La responsabilidad esta a cargo de los usuarios, médicos, tecnólogos, enfermeras y jefes de servicio.

5.2.5 Otras Actividades Relacionadas con las Labores de Mantenimiento.

- Se ha implementado nuevas estrategias de mantenimiento elaborando planes y programas, para la adquisición de repuestos e insumos de mantenimiento clasificados de acuerdo a una familia de equipos, por ejemplo: esterilizadores, focos de diferentes tipos, etc.
- Se ha delegado la responsabilidad de la gestión de la adquisición de accesorios a los usuarios, por ejemplo: sensor de saturación, cable paciente de ECG, etc.
- Priorización de mantenimiento y equipos crítico.
- Introducción del uso de los Instrumentos de registro y control de mantenimiento.
- Administración del presupuesto de mantenimiento.
- Evaluar los resultados obtenidos utilizando indicadores de gestión del mantenimiento.
- Aplicar las recomendaciones relativas al uso racional de la energía, con la finalidad de reducir costos por consumos excesivos.

5.3 Recursos Económicos

En este punto se realizaron las contrataciones de los Servicios de las empresas residentes, los montos contratados se muestran en la Tabla 5.4.

5.4 Recursos Físicos

En este punto la implementación de las mejoras se refleja mas en el nuevo planteamiento de recursos mínimos necesarios para prestar actividades de mantenimiento de equipos biomédicos, siendo los requisitos mínimos los siguientes:

TABLA N° 5.4 Costos de Mantenimiento Mensual en la Contratación de las Empresas Residentes

TALLER	Costo Mensual	Caja Chica
Laboratorio	9,173.39	700.00
Rayos X	74,13.74	700.00
Esterilización	8,163.13	1500.00
Equipos Médicos	28,500.00	1,500.00
Monitoreo	13,500.00	1,500.00
Total por cobertura	S/. 66,750.14	S/. 5,900.00

Total Mensual	S/. 72,650.14
Total Anual	S/. 871,801.68

5.4.1 Herramientas Básicas.- Se ha implementado como requisito mínimo que las empresas residentes de mantenimiento posean las siguientes herramientas básicas:

- Arco de Sierra tamaño mediano
- Martillo de bola Mediano
- Juegos de llaves francesas de tamaños: 4",6",8", 10",12".
- Juegos de llaves Stilson de tamaños: 2", 4", 5", 8", 10" Y 12".
- Juego de dados, mínimo de 54 piezas
- Juego de brocas de 10 piezas y diferentes tamaños.
- Wincha 3 mt.
- Juego de dos piezas de extractor de rodajes, pequeño y mediano.
- Taladro Eléctrico mediano de 500 W, con percutor.
- Motor compresor para pintar al duco, con accesorios completos.
- Tornillo de banco mediano

- Esmeril eléctrico mediano con piedra gruesa y fina
- Extractor de seguros, un juego (interior, exterior)
- Juego de hexagonales de tres piezas, diferentes medidas
- Linterna estándar de 2 pilas
- Manual de ECG, con una antigüedad no mayor de 2 años
- Protoboard.

5.4.2 Maletín de Herramientas de Cada Técnico

- Juegos de seis piezas desarmadores estrella, diferentes medidas.
- Juegos de seis piezas desarmadores planos, diferentes medidas.
- Juegos de perilleros, diferentes medidas, Mínimo 5 piezas
- Juegos de llaves Tipo Allen, en milímetros y en pulgada; mínimo de 06 piezas por juego.
- Juegos de llaves de boca diferentes medidas (8 piezas por juego).
- Juegos de Limas de 05 piezas diferentes medidas.
- Alicates de corte, presión, punta, Universal, Pico de loro (1 de c/u)
- Llave francesa de 6 pulgadas
- Cuchilla para vuelta plana (para electricista)
- Multímetro digital VDC, VAC, mA, ohmios
- Correa Antiestática
- Extractor de soldadura
- Cautín de entre 30 y 40 vatios, con puntas inoxidable
- Pelacables y brocha de limpieza (1 pulgada)

5.4.3 Uniforme por Personal Biomédico

- Mandil o chaqueta (según estación)
- Botas o zapatos (de minero sin punta de acero)
- Lentes transparentes (para protección de partículas)
- Mascarillas y guantes descartables (1 diario)

5.4.4 Instrumentos de Medición

- Multímetro con Frecuencímetro, mínimo 1MHz, resistencia, voltaje (AC y DC), corriente (AC y DC),
- Probador de diodos
- Probador de transistores

- Frecuencímetro
- Capacímetro
- Pinza amperimétrica (hasta 1000 A auto rango)
- Osciloscopio Mínimo de 100MHz, 2 canales,
- Medidor de potencia de salida de ultrasonido
- Fuente de alimentación regulada en corriente y en voltaje (de 0 a 3 A y de 0 a 50 V)
- Decibelímetro (Instrumento de Medición)
- Termómetro digital de 0 a 300 °C

5.4.5 Sistema de Computo

- Computadora Pentium III de 1.2 Mhz, con disco duro de 20 GB, Memoria de 256 Mb, disquetera de 3 ½, Lector de CD, Mouse, Teclado, Monitor de 14 “ SVGA , Tarjeta de Red.
- Impresora de Inyección de tinta.
- Sistema Operativo Windows 98, Microsoft Office.
- Estabilizador de 1 KVA

5.5 Recursos Humanos

Indica aspectos relativos a la distribución, nivel académico, capacitación y eficiencia de trabajo. Para la mejora de la atención y realización de las actividades de mantenimiento es necesario que el personal contratado reúna el perfil que a continuación se detalla:

5.5.1 Perfil del Personal

Ingeniero Residente.- Se requiere que sea de grado Ingeniero Titulado, con una experiencia mínima de 3 años en mantenimiento de equipos médicos, adicionalmente debe tener una capacitación en esta rama.

Técnico de Soporte (Bachiller en Ingeniería).- Se requiere que sea de grado Bachiller, con una experiencia mínima de 2 años en mantenimiento de equipos médicos.

Técnico A.- Se requiere que sea de grado Técnico Titulado con estudios mínimos de 3 años, con una experiencia mínima de 2 años en mantenimiento de equipos médicos.

Técnico B.- Se requiere que sea de grado Técnico Titulado con estudios mínimos de 3 años, con una experiencia mínima de 2 años en mantenimiento de equipos médicos.

Técnico C.- Se requiere que sea de grado Técnico, con una experiencia mínima de 2 años en mantenimiento de equipos médicos.

Técnico Administrativo.- Se requiere que sea de grado Técnico Titulado Administrativo con estudios mínimos de 3 años, con una experiencia mínima de 1 año en trabajos iguales o similares.

5.5.2 Distribución del Personal

TABLA N° 5.5 Distribución del personal

TALLER	Laborat.	Rayos X	Esteriliz.	Equipos Médicos	Monitoreo	Total
Ingeniero Residente	1	1	1	1	1	5
Bachiller de Ingeniería				1		1
Técnicos A	1	2	1	3	2	9
Técnicos B	1		1	3	1	6
Técnicos C				2		2
Técnicos Administrativos	1		1	1	1	4
Total por cobertura	4	3	4	11	5	27

Adicionalmente se ha implementado lo siguiente:

- Establecer perfiles profesionales y técnicos para el personal de Mantenimiento de las Unidades Prestadoras de Salud y establecerán sus funciones.

- Organizará Seminarios Taller sobre Moderna Gestión de Mantenimiento de Hospitales.
- Promover la eficiencia e incentivar al personal de mantenimiento, con el reconocimiento de la eficiencia en la realización de las actividades de mantenimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es a partir de las implementaciones de las propuestas, donde se distinguen las tres etapas siguientes de las acciones de Mantenimiento:

Etapas Transitoria.- En esta etapa, comprende entre otros, la obtención del recurso económico suficiente para implementar las estrategias de implementación para la mejora del Sistema de Mantenimiento.

En esta etapa no fue posible realizar modificaciones substanciales dentro de las acciones actuales de mantenimiento, sino más bien se puede llevar a cabo un mejor ordenamiento de las actividades existentes.

Etapas de Iniciación.- En esta segunda etapa en donde se implemento todas las propuestas que comprenden al conjunto de acciones técnico, económicas y administrativas que determinarán el nivel de desarrollo de la gestión, nivel de requerimientos de recursos económicos necesarios para el su ejecución de este modelo.

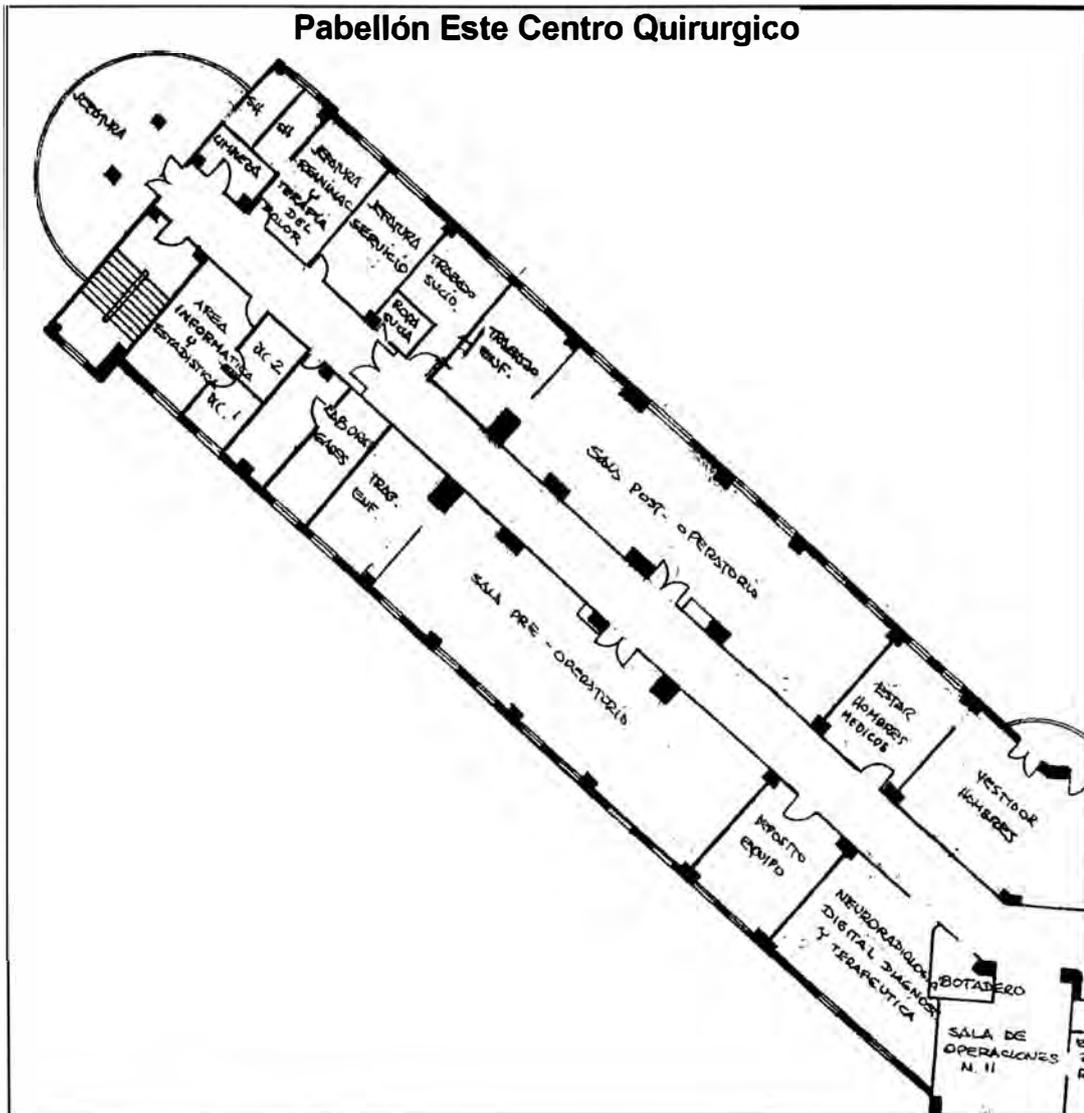
Etapas de Consolidación.- En esta etapa corresponde al modelo ejecutado; reflejándose los resultados en los siguientes aspectos:

1. La atención para la solución de fallas que se presentan en los equipos biomédicos es mas rápida y confiable.
2. Este modelo implementado hace que el personal técnico se especialice en tipo de equipo.
3. Las evaluaciones técnicas de los equipos biomédicos es mas exacto lo que conlleva a un ahorro en la contratación de servicios de terceros a todo costo.
4. El perfil requerido para el personal técnico nos asegura que tengan experiencia y conocimiento en equipos biomédicos, repercutiendo en una mantenimiento adecuado de los equipos.
5. Al no contar en el centro quirúrgico con equipos suficientes, este modelo implementado es acorde con las necesidades de un centro quirúrgico, siendo en este caso del HNGAI.

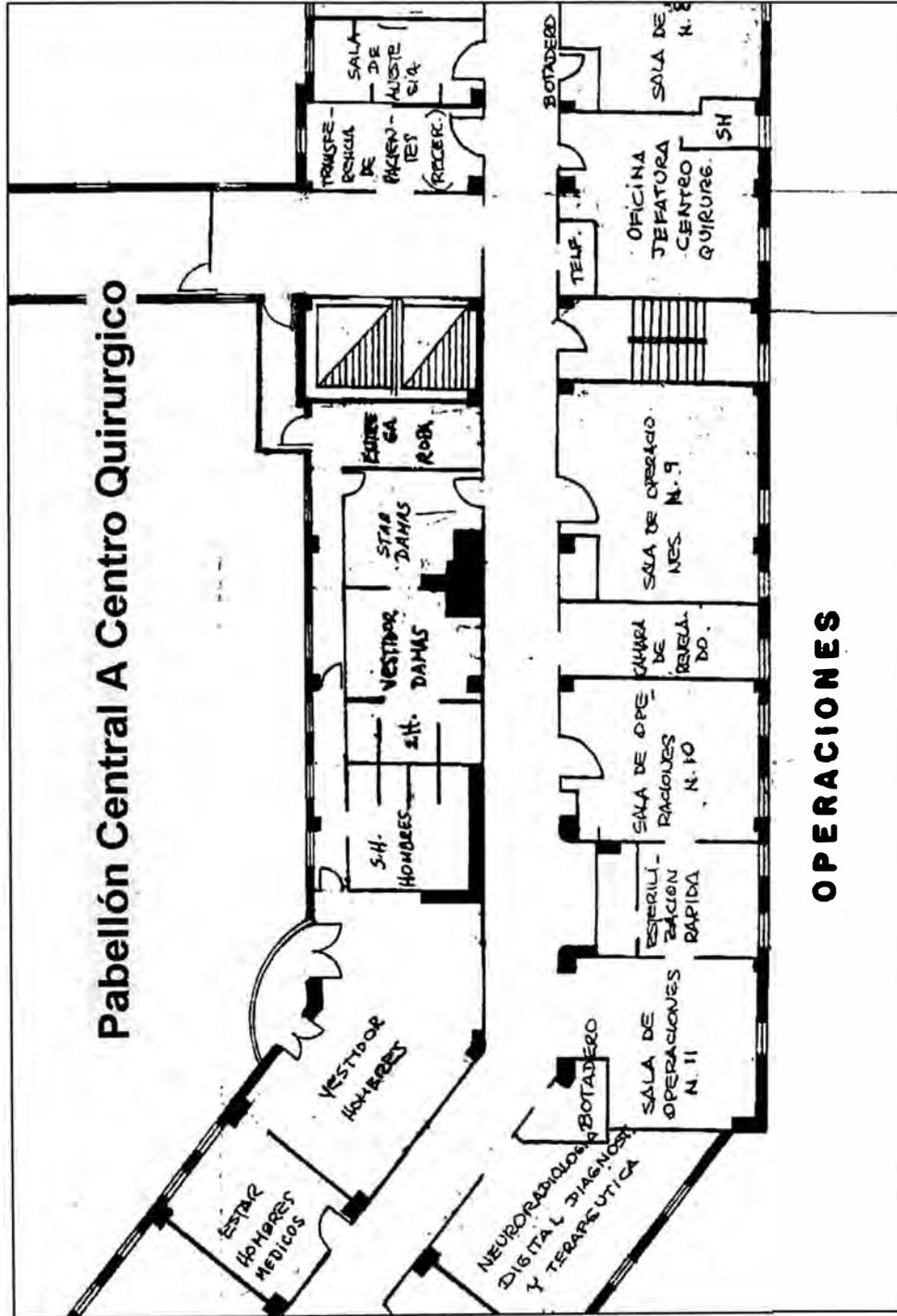
6. En el Centro Quirúrgico al existir una diversidad de equipos biomédicos, el personal técnico esta dividido por especialidad; esto nos ha llevado que se estandarice las actividades de mantenimiento.
7. Se cuenta con herramientas y/o instrumentos para la certificación del correcto funcionamiento de los equipos biomédicos, como son que la monitorización de los equipos están mostrando parámetros correctos y fiables, por ejemplo la frecuencia de la onda cardiaca, respiración, presión no invasiva, etc.

ANEXOS

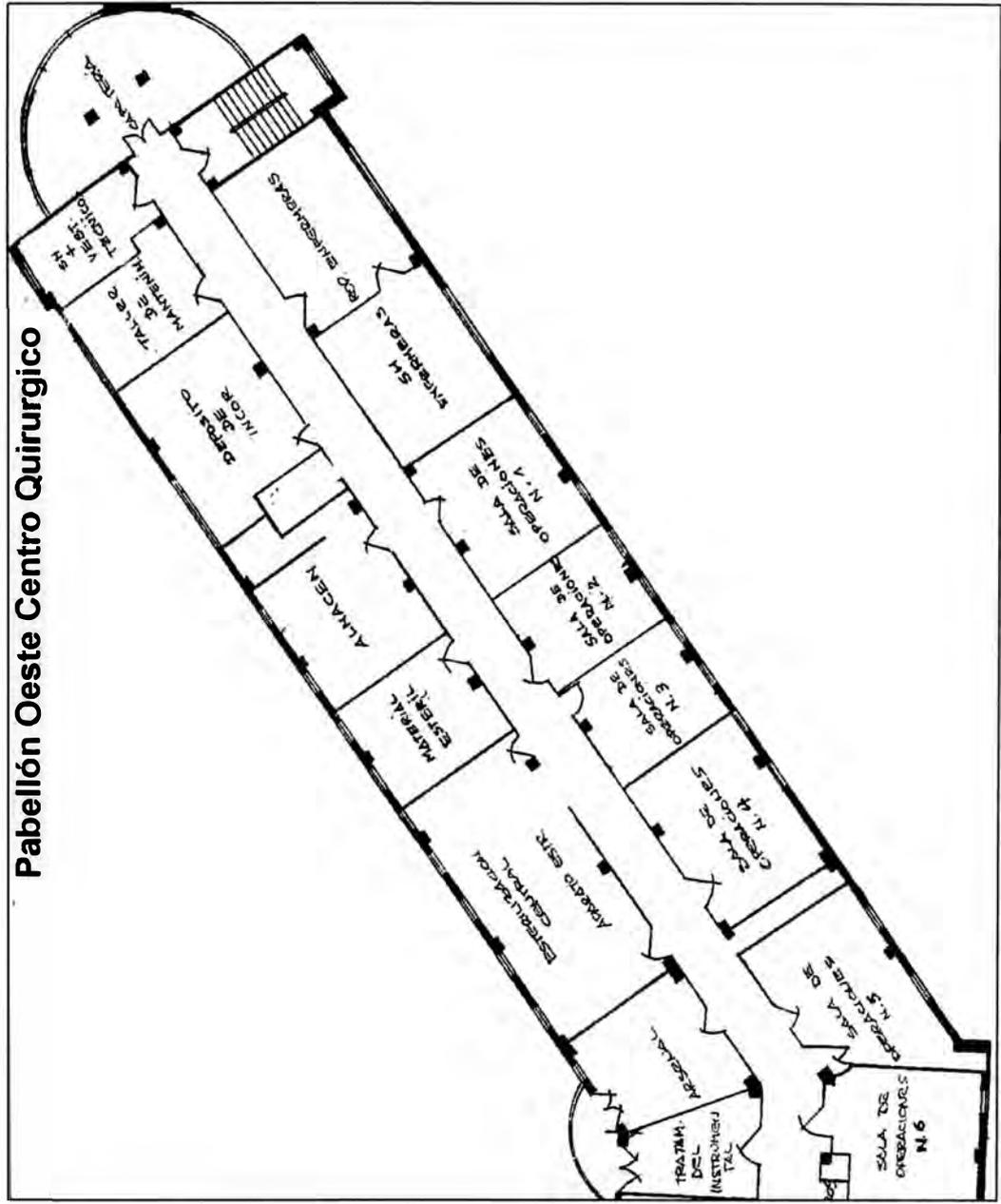
ANEXO 1 - A



ANEXO 1 - B



ANEXO 1 - D



Pabellón Oeste Centro Quirúrgico

COBERTURA DE LA DIVISION DE EQUIPOS BIOMEDICOS

HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN

TALLER	CLASIFICACION	Bueno	Regular	MaloxRep.	MaloxBaja	Inop.xRep.	Inop.xBaja	Indica Esta	TOTAL
MONITOREO	Estrategicos	123	234	1	16	19	11	0	404
	No Estrategicos	2	4	0	0	0	0	0	6
LABORATORIO	Estrategicos	45	163	3	9	10	7	0	237
	No Estrategicos	10	59	0	0	0	3	0	72
ESTERILIZACION	Estrategicos	21	79	1	0	0	3	0	104
	No Estrategicos	2	0	0	0	0	0	0	2
BIOMEDICOS	Estrategicos	80	502	11	0	33	13	0	639
	No Estrategicos	48	151	1	1	2	1	1	205
RADIODIAGNOSTICO	Estrategicos	0	25	0	0	1	0	0	26
		331	1217	17	26	65	38	1	1695

INCOR

TALLER	CLASIFICACION	Bueno	Regular	MaloxRep.	MaloxBaja	Inop.xRep.	Inop.xBaja	Indica Esta	TOTAL
MONITOREO	Estrategicos	25	82	5	1	10	1	0	124
BIOMEDICOS	Estrategicos	11	66	12	1	6	1	0	97
	No Estrategicos	1	6	1	0	2	2	0	12
		37	154	18	2	18	4	0	233

TOTAL	368	1371	35	28	83	42	1	1928
--------------	------------	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-------------

Porcentaje (%)	19,09	71,11	1,82	1,45	4,30	2,18	0,05	100,00
-----------------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------

TOTAL	No Estrategicos	297
	Estrategicos	1631
		1928

COBERTURA DE EQUIPOS MEDICOS DEL CENTRO QUIRURGICO

HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN

TALLER	CLASIFICACION	Bueno	Regular	MaloxRep.	MaloxBaja	Inop.xRep.	Inop.xBaja	Indica Esta	TOTAL
MONITOREO	Estrategicos	17	46	0	11	6	4	0	84
LABORATORIO	No Estrategicos	0	2	0	0	0	0	0	2
ESTERILIZACION	Estrategicos	3	8	0	0	0	3	0	14
BIOMEDICOS	Estrategicos	11	85	3	0	2	2	0	103
	No Estrategicos	11	36	0	1	1	1	1	51
RADIODIAGNOSTICO	Estrategicos	0	1	0	0	0	0	0	1
		42	178	3	12	9	10	1	255

INSTITUTO NACIONAL DEL CORAZON

TALLER	CLASIFICACION	Bueno	Regular	MaloxRep.	MaloxBaja	Inop.xRep.	Inop.xBaja	Indica Esta	TOTAL
MONITOREO	Estrategicos	1	0	0	0	1	0	0	2
BIOMEDICOS	Estrategicos	0	11	0	0	0	1	0	12
	No Estrategicos	0	2	0	0	1	0	0	3
		1	13	0	0	2	1	0	17

TOTAL	43	191	3	12	11	11	1	272
--------------	-----------	------------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	------------

Porcentaje (%)	15,81	70,22	1,10	4,41	4,04	4,04	0,37	100,00
-----------------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------

TOTAL	No Estrategicos	56
	Estrategicos	216
		272

ANEXO 3 - A

TIPOS DE EQUIPOS DEL HNGAI Y INCOR

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	AMALGAMADOR	4	77	INYECTOR DE CONTRASTE	2
2	ASPIRADOR DE SECRECIONES	215	78	KERATOMETRO	1
3	AUDIOMETRO	4	79	LAMPARA CIALITICA	24
4	AUTOKERATOREFRACTOMETRO	1	80	LAMPARA CIALITICA PORTATIL	14
5	BALANZA	8	81	LAMPARA DE FOTOTERAPIA	12
6	BALON INTRAORTICO	2	82	LAMPARA DE HENDIDURA	10
7	BICICLETA ERGOMETRICA	4	83	LAMPARA DE IR + UV	14
8	BICICLETA ESTATICA	4	84	LARINGOSCOPIO	14
9	BOMBA DE INFUSION DE DOS CANALES	117	85	LASER OFTALMOLOGICO	2
10	BOMBA DE INFUSION DE UN CANAL	63	86	LENSOMETRO	1
11	BOMBA DE INFUSION RAPIDA	1	87	MALETIN RESUCITADOR PARA EMERGENCIA	1
12	BOMBA DE PERFUSION	23	88	MAQUINA DE ANESTESIA	10
13	BRAZO AUTORETRACTOR	1	89	MAQUINA DE ANESTESIA CON MONITOREO	6
14	BRONCOFIBROSCOPIO	7	90	MAQUINA DE ANESTESIA CON VENTILADOR	5
15	CABINA AUDIOMETRICA	2	91	MAQUINA DE CIRCULACION EXTRACORPOREA	5
16	CALENTADOR DE AGUA	1	92	MAQUINA DE HEMODIALISIS	49
17	CALENTADOR DE SANGRE	1	93	MARCAPASO EXTERNO	5
18	CAMA CAMILLA PARA RECUPERACION	14	94	MESA DE EQUILIBRIO	1
19	CAMA ELECTRONICA	25	95	MESA DE GINECOLOGICA	2
20	CAMA MULTIPROPOSITO	20	96	MESA DE USO QUIRURGICO	29
21	CAMARA ANGIOGRAFICA DIGITAL	1	97	MESA PARA GASTROENTEROLOGIA	1
22	CAMARA DE VIDEO PARA LAPARASCOPIA	1	98	MEZCLADOR DE GASES	6
23	CAMILLA METALICA PARA EXAMEN GINECOLOGIC	1	99	MICROCAMARA DE VIDEO	1
24	CAMPIMETRO	3	100	MICROSCOPIO ESPECULAR	1
25	CAPNOGRAFO + PULSIOXIMETRO	20	101	MICROSCOPIO QUIRURGICO	15
26	CASETERA HOLTER	2	102	MODULO DE LAPAROSCOPIO	1
27	CENTRAL DE MONITOREO	4	103	MODULO DE VIDEO DUODENOSCOPIO	1
28	CISTOLITOTRIPTOR HIDRAULICO	1	104	MONITOR CARDIACO	29
29	COLONOSCOPIO	2	105	MONITOR DE SIGNOS VITALES	142
30	COLPOSCOPIO	1	106	MONITOR DE VIDEO	6
31	COMPRESOR DE AIRE MEDICINAL	3	107	MONITOR FETAL	2
32	CRANEOTOMO	6	108	MOTOR NEUMATICO	4
33	CRIOSTATO OFTALMOLOGICO	1	109	NEFROSCOPIO	1
34	COAGULADOR BIPOLAR	2	110	OFTALMOSCOPIO	12
35	CUNA TERMICA	9	111	PANENDOSCOPIO	3
36	DERMATOMO	1	112	PEDAL ERGOMETRICO	1
37	DESFIBRILADOR CON MONITOR ECG	36	113	PERFORADOR	10
38	DETECTOR DE LATIDOS FETALES	8	114	POLIREGISTRADOR DE PRESIONES	2
39	DOPPLER PERIFERICO	2	115	POTENCIALES EVOCADOS VISUALES	2
40	DUODENOSCOPIO	1	116	PROYECTOR DE CINEANGIOGRAFO	1
41	ECOCARDIOGRAFO	5	117	PROYECTOR DE OPTOTIPOS	8
42	ECOGRAFO	5	118	PULSIOXIMETRO	58
43	ECOGRAFO DOPPLER A COLOR	2	119	RECIRCULADOR DE AGUA	2
44	ECOGRAFO OFTALMOLOGICO	2	120	RED DE OXIGENO Y TERMINALES	1
45	ELECTROBISTURI	36	121	RED DE VACIO Y TERMINALES	1
46	ELECTROCARDIOGRAFO	32	122	RESUCITADOR MANUAL ADULTO	10
47	ELECTROENCEFALOGRAFO	1	123	ROTOESTEOTOMO	2
48	ELECTROESTIMULADOR	18	124	SELLADOR DE BOLSA	22
49	ELECTROMIOGRAFO	4	125	SIERRA A BATERIA OSCILANTE	2
50	ENDOSCOPIO	3	126	SIERRA DE ESTERNON	6
51	EQUIPO DE LASER TERAPIA	1	127	SIERRA ELECTRICA	3
52	EQUIPO DE CIRUGIA LAPAROSCOPICA	3	128	SIERRA OSEA	4
53	EQUIPO DE CIRUGIA POR ARTROSCOPIA	2	129	SIERRA PARA YESOS	6
54	EQUIPO DE CORRIENTES GALVANICAS	20	130	SIERRA QUIRURGICA	6
55	EQUIPO DE CRANEOTOMIA	3	131	SIGMOIDOSCOPIO	2
56	EQUIPO DE DIATERMIA	6	132	SILLON OFTALMOLOGICO	3
57	EQUIPO DE ELECTROTERAPIA	3	133	SILLON PARA HEMODIALISIS	24
58	EQUIPO DE LASER TERAPIA	4	134	SISTEMA DE NEUROENDOSCOPIA	1
59	EQUIPO DE TERAPIA CON ONDA CORTA	4	135	TORNIQUE DE PRESION	3
60	EQUIPO DE TRACCION	5	136	TREPANADOR	5
61	EQUIPO DE ULTRASONIDO	10	137	TROMBOELASTOGRAFO	1
62	EQUIPO DE URODINAMIA	1	138	UNIDAD DENTAL COMPLETA	7
63	ERGOMETRO DE BANDA SIN FIN	8	139	URETERO - RENOSCOPIO	1
64	ERGOMETRO DE BICICLETA ESTATICA	6	140	VACUUM EXTRACTOR	2
65	ESPIROMETRO	5	141	VENTILADOR PARA RESPIRACION	63
66	EXOFALMOMETRO	1	142	VIDEO BRONCOSCOPIO ADULTO	1
67	FACO EMULSIFICADOR	3	143	VIDEO CISTORESECTOSCOPIO	1
68	FOROPTERO	1	144	VIDEO COLONOSCOPIO ESPECIALIZADO ADULTO	1
69	FOTOCOAGULADOR LASER	4	145	VIDEO GASTROSCOPIO ESPECIALIZADO ADULTO	1
70	FRONTOLUZ	15	146	VIDEO HISTEROSCOPIO ADULTO	1
71	FUENTE DE LUZ FRIA	34	147	VIDEO LAPAROSCOPIO PARA DIAGNOSTICO	1
72	GASTROFIBROSCOPIO	6	148	VIDEO NASOFARINGOLARINGOSCOPIO ADULTO	1
73	GLUCOMETRO	2	149	VIDEO PRINTER	4
74	HOLTER DE ELECTROCARDIOGRAFIA	20	150	VIDEO TORACOSCOPIO ADULTO	1
75	INCUBADORA NEONATAL	21	151	VIDEOCOLPOSCOPIO	1
76	INSUFLADOR DE CO2	8	152	VITRIOFAGO	1
TOTAL					1631

ANEXO 3 - B

TIPOS DE EQUIPOS DEL CENTRO QUIRURGICO

ITEM	DESCRIPCIO	CANT	ITEM	DESCRIPCIO	CANT
1	ASPIRADOR DE SECRECIONES	13	32	MAQUINA EXTRACORPOREA	4
2	BOMBA DE INFUSION DE DOS CANALES	3	33	MESA DE USO QUIRURGICO	15
3	BOMBA DE INFUSION DE UN CANAL	6	34	MEZCLADOR DE GASES	2
4	BOMBA DE PERFUSION	1	35	MICROCAMARA DE VIDEO	1
5	BRAZO AUTORETRACTOR	1	36	MICROSCOPIO QUIRURGICO	4
6	CALENTADOR DE SANGRE	2	37	MODULO DE LAPAROSCOPIO	1
7	CAMA ELECTRONICA	8	38	MONITOR CARDIACO	12
8	CAPNOGRAFO + PULSIOXIMETRO	2	39	MONITOR DE SIGNOS VITALES	20
9	CAPNOGRAFO OXIMETRO	12	40	MONITOR DE VIDEO	1
10	CENTRAL DE MONITOREO	1	41	MOTOR NEUMATICO	4
11	CRANEOTOMO	6	42	PERFORADOR NEUMATICO	2
12	CUNA TERMICA	2	43	PERFORADOR OSEO	6
13	DEFIBRILADOR CON MONITOR ECG	6	44	PERFORADOR QUIRURGICO	2
14	ELECTROBISTURI	19	45	PULSIOXIMETRO	2
15	ELECTROESTIMULADOR	4	46	RECIRCULADOR DE AGUA	1
16	EQUIPO DE CIRUGIA LAPAROSCOPICA USC	1	47	ROTOESTEOTOMO	2
17	EQUIPO DE CIRUGIA POR ARTROSCOPIA	2	48	SELLADOR DE BOLSA	6
18	EQUIPO DE CRANEOTOMIA	3	49	SIERRA A BATERIA OSCILANTE	1
19	EQUIPO PARA LAPARASCOPIA	1	50	SIERRA DE ESTERNON	1
20	ESPIROMETRO	2	51	SIERRA ELECTRICA	2
21	FRONTOLUZ	6	52	SIERRA OSEA	1
22	FUENTE DE LUZ FRIA	11	53	SIERRA PARA YESOS	2
23	INSUFLADOR DE CO2	4	54	SIERRA QUIRURGICA	2
24	LAMPARA CIALITICA	16	55	TORNIQUETE DE PRESION	3
25	LAMPARA CIALITICA PORTATIL	5	56	TREPANADOR	3
26	LARINGOSCOPIO DE FIBRA OPTICA	5	57	TREPANADOR QUIRURGICO	1
27	MALETIN RESUCITADOR PARA EMERGENC	1	58	VENTILADOR MECANICO	6
28	MAQUINA DE ANESTESIA	8	59	VENTILADOR MECANICO PORTATIL	1
29	MAQUINA DE ANESTESIA CON SISTEMA DE	4	60	VENTILADOR PARA MAQUINA DE AN	2
30	MAQUINA DE ANESTESIA CON V.	4	61	VIDEO CISTORESECTOSCOPIO	1
31	MAQUINA DE CIRCULACION EXTRACORPO	1	62	VIDEO TORACOSCOPIO ADULTO	1
			TOTAL		272

ANEXO 4 – A**DISTRIBUCION DE LOS SERVICIOS ASISTENCIALES****GERENCIA GENERAL**

SERVICIO DE EPIDEMIOLOGIA
 SERVICIO DE FARMACOVIGILANCIA
 SERVICIO DE SALUD OCUPACIONAL
 SERVICIO DE TRANSPLANTE Y CIRUGIA DE HIGADO

GERENCIA MEDICO QUIRURGICO**DPTO. MEDICINA INTERNA**

SERVICIO DE MEDICINA INTERNA Nº 1
 SERVICIO DE MEDICINA INTERNA Nº 2
 SERVICIO DE MEDICINA INTERNA Nº 3
 SERVICIO DE MEDICINA INTERNA Nº 4 - GERIATRIA
 SERVICIO DE MEDICINA INTERNA Nº 5

DPTO. CIRUGIA GENERAL

SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Nº 1
 SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Nº 2
 SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Nº 3
 SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Nº 4
 SERVICIO DE CIRUGIA GENERAL Nº 5

DPTO. GINECO-OBSTETRICIA

SERVICIO DE OBSTETRICIA Y ALTO RIESGO
 SERVICIO DE GINECOLOGIA Y REPRODUCCION HUMANA

DPTO. PEDIATRIA

SERVICIO DE NEONATOLOGIA
 SERVICIO DE CLINICA PEDIATRICA
 SERVICIO DE CIRUGIA PEDIATRICA

DPTO. NEUROCIRUGIA

SERVICIO DE NEUROTRAUMATOLOGIA
 SERVICIO DE NEUROCIRUGIA VASCULAR Y TUMORES
 SERVICIO DE NEURORRADIOLOGIA

DPTO. MEDICO QUIRURGICO ESPECIALIZADO I

SERVICIO DE CIRUGIA DE TORAX
 SERVICIO DE NEUMOLOGIA
 SERVICIO DE NEUROLOGIA
 SERVICIO DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA
 SERVICIO DE CIRUGIA DE MANO Y MICROCIRUGIA
 SERVICIO DE CABEZA Y CUELLO
 SERVICIO DE OTORRINOLARINGOLOGIA
 SERVICIO DE OFTALMOLOGIA
 SERVICIO DE ODONTOLOGIA
 SERVICIO DE CIRUGIA PLASTICA Y QUEMADOS

DPTO. MEDICO QUIRURGICO ESPECIALIZADO III

SERVICIO DE UROLOGIA
 SERVICIO DE ENDOCRINOLOGIA
 SERVICIO DE REUMATOLOGIA
 SERVICIO DE DERMATOLOGIA
 SERVICIO DE HEMATOLOGIA CLINICA
 SERVICIO DE GASTROENTEROLOGIA

ANEXO 4 – B

DPTO. PSIQUIATRIA

SERVICIO DE PSIQUIATRIA INFANTIL Y JUVENIL
 SERVICIO DE PSIQUIATRIA GENERAL
 SERVICIO DE TRATAMIENTO ALCOHOLICO Y FARMACO DEPENDIENTE
 SERVICIO DE HOSPITALIZACION DIURNA

DPTO. ONCOLOGIA

SERVICIO DE ONCOLOGIA MEDICA
 SERVICIO DE PATOLOGIA MAMARIA

DPTO. NEFROLOGIA

SERVICIO DE NEFROLOGIA CLINICA Y CONSULTA EXTERNA
 SERVICIO DE DIALISIS PERITONEAL CONT. AMB.
 SERVICIO DE TRANSPLANTE RENAL
 SERVICIO DE HEMODIALISIS

GERENCIA DE AREAS ESPECIALES

DPTO. ANESTESIOLOGIA Y REANIMACION

SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA CLINICA QUIRURGICA I
 SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA CLINICA QUIRURGICA II
 SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA Y CIRUGIA DE CORTA ESTANCIA
 SERVICIO DE REANIMACION Y TERAPIA DEL DOLOR

DPTO. CUIDADOS CRITICOS

SERVICIO DE CUIDADOS INTENSIVOS
 SERVICIO DE CUIDADOS INTERMEDIOS

DPTO. EMERGENCIA

SERVICIO DE EMERGENCIA TURNO MAÑANA
 SERVICIO DE EMERGENCIA TURNO TARDE

GERENCIA DE APOYO AL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO

SERVICIO DE CONTROL DE CALIDAD
 SERVICIO DE FARMACIA

DPTO. ASISTENCIA A LA SALUD

SERVICIO DE TRABAJO SOCIAL

DPTO. ASISTENCIAL

SERVICIO DE OBSTETRICIA
 PROFESIONAL DE SALUD SUPERV. OBSTETRI.
 SERVICIO DE NUTRICION
 SERVICIO DE PSICOLOGIA

DPTO. ENFERMERIA

SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 1- PLAST. QUEMA. ORT
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 2- CIRUGIA GRAL.
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 3- NEUROCIRUGIA
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 4- NEO-GINECOLOGIA
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 5- CENTRO QUIRURGICO
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 6- MED. INT. 1-SERM.P
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 7- MED. INT. 5-HEM.ENI
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 8- MED. INT. 2-MED.INT
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 9- NEUMO-CIR.TOR.-P
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 10- UCI
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 11- EMERGENCIA
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 12- CONS. EXTER.
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 13- ESTERILIZACION Y CENTRO SUPPLY
 SERVICIO DE ASIS.-ENFERM. Nº 14- DIALISIS

ANEXO 4 – C

SERVICIO ASISTENCIAL

PROF. DE SALUD SUPERVISORA

DPTO. PATOLOGIA CLINICA

SERVICIO BIOQUIMICA

SERVICIO DE HEMATOLOGIA

SERVICIO DE HEMOTERAPIA-BCO. SANGRE

SERVICIO DE MICROBIOLOGIA

DPTO. ANATOMIA PATOLOGICA

SERVICIO DE PATOLOGIA QUIRURGICA Y NECROPCIAS

SERVICIO DE CITOLOGIA Y CITOGENETICA

DPTO. DIAGNOSTICO POR IMÁGENES

SERVICIO DE RADIOLOGIA GENERAL E INTERVENCIONISTA

SERVICIO DE ECO-TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA

DPTO. MEDICINA DE REHABILITACION

SERVICIO APARATO LOCOMOTOR

SERVICIO OTRAS MINUSV. Y DISCAPACIDADES

SERVICIO DE PATOL.DEL DESARROLLO

ANEXO N° 5 – A



OOC : _____

CC.AA. : _____

N° OTM	
Fecha de emisión	

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

(Para ser llenado por la Dependencia solicitante I, II, III)

I DATOS DEL USUARIO	
1. SERVICIO HOSPITALARIO	2. TELEFONO
3. UBICACION FISICA	

II DATOS DEL BIEN (EQUIPO, INSTALACION O AMBIENTE)		
4. NOMBRE O DENOMINACION DEL EQUIPO, INSTALACION O AMBIENTE		5. ETIQUETA PATRIMONIAL
6. MARCA:	7. MODELO	8. SERIE

III DATOS DE LA SOLICITUD (Solo para actividades No Programables)		
9. FECHA DE SOLICITUD	10. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	11. FECHA DE CONFORMIDAD
Firma y Sello del Solicitante		Firma y Sello del Solicitante

(Para ser llenado por Mantenimiento IV, V, VI, VII, VIII)

IV. DATOS DE DIAGNOSTICO Y PROGRAMACION		
12. DIAGNOSTICO DE FALLA		13. TIPO DE FALLA
		Eléctrica <input type="checkbox"/>
		Mecánica <input type="checkbox"/>
		Electrónica <input type="checkbox"/>
		Operación <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>
14. ESTADO INICIAL DEL BIEN	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/>	Malo x Reparar <input type="checkbox"/> Malo x Baja <input type="checkbox"/>
		Inoperativo x Reparar <input type="checkbox"/> Inoperativo x Baja <input type="checkbox"/>
15. EJECUTOR DE MANTENIMIENTO		16. FECHA PROGRAMADA

V. DATOS GENERALES DE LA ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				
17. TIPO MANTENIMIENTO	18. TIPO DE OTM	19. PRIORIDAD	20. TIPO DE ATENCION	21. TIPO DE EQUIPAMIENTO
Programado <input type="checkbox"/> Imprevisto <input type="checkbox"/>	Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/>	Muy Urgente <input type="checkbox"/> Urgente <input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/>	RR. HH. Propios <input type="checkbox"/> Servicios Mano de Obra <input type="checkbox"/> Servicios a Todo Costo <input type="checkbox"/>	Biomédico <input type="checkbox"/> Electromecánico <input type="checkbox"/> Instalaciones <input type="checkbox"/> Infraestructura <input type="checkbox"/>

VI. DATOS GENERALES DE LA EJECUCION			
22. ACTIVIDADES EJECUTADAS			
N° DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD			
23. FECHA DE INICIO		24. HORA DE INICIO	25. GARANTIA (meses) <input type="checkbox"/>
26. FECHA DE TERMINO		27. HORA DE TERMINO	28. SIN INTERRUPCION AL SERVICIO <input type="checkbox"/>
29. ESTADO FINAL DEL BIEN	Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/>	Malo x Reparar <input type="checkbox"/> Malo x Baja <input type="checkbox"/>	Inoperativo x Reparar <input type="checkbox"/> Inoperativo x Baja <input type="checkbox"/>

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

1. http://academic.csuohio.edu/jgatica/courses/che404/industrial_reactors.html
2. <http://cienega.cuci.udg.mx/Daniel/HTML/parte1a.htm>
3. <http://www.frlp.utn.edu.ar/grupos/biomat/servicios.html>.
4. <http://www.tanquesinoxidables.com.mx/equipos.htm>
5. <http://www.seibo.com.ar/software/softplan/chemstations/ccreacs/ccreacs.htm>.
6. <http://www.modeladoingenieria.edu.ar/libros/modeinge.htm#notaselectro>.
7. <http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/teoria.htm>
8. <http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/00009i.htm>
9. <http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/practicas/introduccion.htm>
10. <http://cipres.cec.uchile.cl/~iq57a/>
11. <http://www.tanquesinoxidables.com.mx/>
12. <http://www.iaea.or.at/worldatom/Periodicals/Factsheets/Spanish/spadvrea.html>

BIBLIOGRAFIA

1. Jhon G. Webster, "Medical Instrumentation. Application and Design" Segunda Edición, Jhon Wiley & Sons, Inc. 1995.
2. Jhon R. Cameron, James G. Skofronick y Roderick M. Grant, "Physics of the Body" Segunda Edición, Medical Physics Publishing Madison, Winconsin. 1999.
3. Richard Asron, "Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement", Primera Edición, Cerril Publishing Company. 1990.
4. Joseph D. Bronzino, Ph.D., P.E., "Management of Medical Tecnology", Primera Edición, Butterworth – Heinemann. 1992.
5. Seminario de Cooperación Técnica Internacional, "Nuevas Técnicas de Gestión del Mantenimiento Hospitalario del Mantenimiento Hospitalario y Desarrollo Tecnológico del Equipamiento Biomédico" EsSALUD-OPS. 1999.
6. "Planificación y Programación de Mantenimiento". TECSUP. 2001.
7. Gerencia Central de Infraestructura – Gerencia de Equipamiento y mantenimiento "Manual de Procedimientos Técnicos de Mantenimiento de equipos Biomédicos". 2000.