

**PROYECTO DE PASANTÍA
MAQUINA DE ANESTESIA**

LEONARDO ROA RAMIREZ

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
2016**

**PROYECTO DE PASANTÍA
MAQUINA DE ANESTESIA**

**LEONARDO ROA RAMIREZ
CD: 30940**

Informe de pasantía para optar al título de Tecnólogo en Electromedicina

ASESOR:

ANGEL VALENTIN MOLINA MOJICA

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
2016**

TABLA DE CONTENIDO

- 0. INTRODUCCIÓN
- 1. JUSTIFICACION
- 2. OBJETIVOS
 - 2.1 GENERAL
 - 2.2 ESPECIFICOS
- 3. MARCO DE REFERENCIA
 - 3.1 MARCO DE ANTECEDENTES
 - 3.1.1 ANESTESIA
 - 3.1.1.1 *Descubrimiento*
 - 3.1.1.2 *Anestesia general*
 - 3.1.1.3 *Anestesia moderna*
 - 3.1.2 MAQUINA DE ANESTESIA
 - 3.2 MARCO LEGAL
 - 3.2.1 LEY 100 DE 1993
 - 3.2.2 DECRETO NÚMERO 4725 DE 2005
 - 3.2.3 RESOLUCIÓN 2434 DE 2006 DEL INVIMA
 - 3.2.4 CERTIFICACIONES
 - 3.2.4.1 *Certificación de garantía técnica*
 - 3.2.4.2 *Certificación invima*
 - 3.2.4.3 *Certificación de capacitación*
 - 3.2.4.4 *Certificación mantenimiento*
 - 3.2.4.5 *Cumplimiento de buenas prácticas de manufactura*
 - 3.2.4.6 *Certificado de capacidad de almacenamiento*
 - 3.2.4.7 *Certificación personal técnico*
 - 3.3 MARCO CONCEPTUAL
 - 3.3.1 ANESTESIA
 - 3.3.1.1 *Etapas de la anestesia*
 - 3.3.1.2 *Tipos de anestesia*
 - 3.3.2 MAQUINA DE ANESTESIA
 - 3.3.2.1 *Suministro de gases*
 - 3.3.2.2 *Manómetros y reguladores*
 - 3.3.2.3 *Flujometro*
 - 3.3.2.4 *Mezclador de gases*
 - 3.3.2.5 *Flush de o2*
 - 3.3.2.6 *Vaporizador*
 - 3.3.2.7 *Ventilador*
 - 3.3.2.8 *Válvulas*
 - 3.3.2.9 *Absorción de co2*
 - 3.3.3 MANTENIMIENTO
 - 3.3.3.1 *Personal*
 - 3.3.3.2 *Capacitación*
 - 3.3.3.3 *Proveedores externos*
 - 3.3.3.4 *Riesgos*
 - 3.3.3.5 *Comprobación cotidiana*

3.3.3.6 *Mantenimiento preventivo*

3.3.3.7 *Mantenimiento correctivo*

4. **METODOLOGIA**

5. **RESULTADOS**

6. **CONCLUSIONES**

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Maquina de anestesia Premiun ARIES 2200.....	2
Ilustración 2 Maquina de anestesia ohmeda.....	2
Ilustración 3 Partes de máquina de anestesia.....	2
Ilustración 4 Tipos de flotadores	2
Ilustración 5 Vaporizador BleaseDatum.....	2
Ilustración 6 Funcionamiento Vaporizador	2
Ilustración 7 Ventilador Ohmeda	2
Ilustración 8 Circuito funcional de un ventilador.....	2
Ilustración 9 Comparación entre ventilación controlada por volumen y por presión	2
Ilustración 10 Modos de Ventilación.....	2
Ilustración 11 Clasificación y funciones del personal técnico	2
Ilustración 12 Cama Hill Rom.....	2
Ilustración 13 Sistema Mecanica Cama Hospitalaria	2
Ilustración 14 Succionador de piso.....	2
Ilustración 15 Succionador Thomas	2
Ilustración 16 Palas del Desfibrilador	2
Ilustración 17 Desfibrilador Phillips.....	2
Ilustración 18 Suministro de gases (Practico)	2
Ilustración 19 Maquina de anestesia (Practico).....	2
Ilustración 20 Filtros Ventilatorios (Practico).....	2
Ilustración 21 Vaporizador (Practico)	2
Ilustración 22 Sistema Eléctrico (Practico)	2
Ilustración 23 Monitor de Parámetros (Practico)	2

GLOSARIO

Dispositivo médico: Es la sustancia, mezcla, material, aparato, instrumento o programa de informática; empleado solo o en combinación, en el diagnóstico, monitoreo o prevención de enfermedades en humanos o auxiliares en el tratamiento de las mismas y de la discapacidad, así como los empleados en el reemplazo, corrección, restauración o modificación de la anatomía o procesos fisiológicos humanos.

Equipo médico: Son los aparatos, accesorios e instrumental para uso específico, destinados a la atención médica, quirúrgica o para procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquellos para efectuar actividades de investigación biomédica.

Hospital: Se define como el establecimiento sanitario donde se atienden a personas con algún padecimiento o enfermedad, en el cual los pacientes reciben diagnóstico y tratamiento necesario.

Ingeniería biomédica: Es la disciplina que aplica principios y métodos de ingeniería, ciencia y tecnología para comprender y resolver problemas de biología y medicina.

Ingeniería clínica: Especialidad donde se aplican los métodos de las ciencias exactas y de la ingeniería en el Sector Salud, en el cual el uso de tecnologías médicas contribuye a la prevención, protección, diagnóstico y disminución de riesgo en el tratamiento de enfermedades, con el fin y propósito de brindar el mejor servicio a los pacientes, ofreciendo la mejor opción para mantener una buena calidad de vida.

Mantenimiento: Todas las acciones que tienen el objetivo de mejorar, reparar o mantener aspectos relevantes de un determinado equipo, tales como funcionalidad, operación, seguridad y productividad.

Mantenimiento Preventivo: Se entiende por Mantenimiento Preventivo, aquel que tiene por finalidad, prevenir eventos adversos que provoquen la pérdida de la funcionalidad de un equipo. Es propio de las tareas de Mantenimiento Preventivo, la revisión de los parámetros de funcionalidad y de la integridad de los distintos componentes de un equipo.

Mantenimiento Correctivo: Se entiende por Mantenimiento Correctivo, las tareas destinadas a reparar una falla concreta. Las tareas de Mantenimiento Correctivo no contemplan un protocolo de Mantenimiento Preventivo en ellas, puesto que son acotadas a la falla y buscan recuperar la funcionalidad de un equipo.

Ventilación pulmonar: Es el conjunto de movimientos que permiten el ingreso de aire y la exhalación de CO₂ de los pulmones

INTRODUCCION

El siguiente trabajo se basa en el proceso de pasantías realizado, dando un énfasis específico sobre la máquina de anestesia, en donde se abarcaran los temas como la normatividad y clasificaciones; se mencionara los conceptos de anestesia, así como sus tipos y técnicas de aplicación, y la fisiología implicada en este método.

Se tratara específicamente las características y requisitos con los que debe contar este equipo médico, se mencionaran los componentes y sus funcionamientos de los elementos de manera individual, para comprender claramente su funcionalidad en conjunto, finalmente se mencionaran los procedimientos recomendados para las rutinas de mantenimiento preventivo del equipo.

1. JUSTIFICACIÓN

Las pasantías permiten desarrollar y practicar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos a lo largo del ciclo educativo en la escuela de educación superior; haciendo que esta sea fundamental para el desarrollo personal y profesional del estudiante, no obstante permite conocer y asociarse al desarrollo de las actividades dentro de un ámbito laboral enfocado a la carrera predilecta, dando nuevos conocimientos prácticos y aprendizaje de técnicas nuevas y actualizadas.

Durante esta etapa el pasante podrá obtener una preparación previa, la cual le permitirá un mejor desempeño en el campo laboral. Esta etapa de pasantía genera un beneficio bidireccional, ya que por una parte el pasante aporta a la institución con diferentes labores enfocadas al campo de trabajo, guiadas por el ingeniero a cargo generando soluciones a problemas establecidos. También beneficia al estudiante para que tenga una visualización del campo laboral y entre en contacto con diferentes dispositivos al que no se tendría un fácil acceso y pueda enfocarse en el área de Mantenimiento tanto preventivos, como correctivos.

El éxito de las pasantías depende del aprovechamiento que el estudiante le dé a la misma.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Analizar los diferentes componentes de una máquina de anestesia, su referencia legal y fases de mantenimiento, en base a los distintos conocimientos teóricos prácticos recibidos en el ciclo educativo, apoyándose en los conocimientos adquiridos durante la pasantía en la Clínica Palermo.,

2.2 ESPECIFICOS:

- 2.2.1** interpretar todo lo referente a las realidades observadas durante la pasantía, para ampliar los conocimientos teóricos prácticos adquiridos.
- 2.2.2** Obtener conocimientos que permitan actualizar y estudiar nuevos aspectos sobre la carrera
- 2.2.3** Enfocar el análisis sobre un equipo médico de mayor ocurrencia en la práctica clínica.
- 2.2.4** Realizar un análisis de la máquina de anestesia con el fin de conocer estructuras, tipos, configuraciones y especificaciones.
- 2.2.5** Conocer los diferentes conceptos de anestesia, tipos, técnicas de aplicación y fisiologías

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 MARCO DE ANTECEDENTES

3.1.1 ANESTESIA

3.1.1.1 Descubrimiento

Ya desde la época de Hipócrates se utilizaron sustancias con propiedades narcóticas como la belladona, beleño y opio. En la edad media el opio y sus derivados fueron los productos más utilizados junto con el alcohol. En el siglo XVI, Ambrosio Pare observó que la compresión de los nervios disminuye la sensibilidad, y más tarde Larrey y Severino observaron que el frío facilitaba las amputaciones.

Prestley en 1774, descubrió el oxígeno y el protóxido de nitrógeno (óxido nitroso). Entre 1775 y 1778 Lavoisier, descubrió el gas carbónico en el aire espirado y describió el mecanismo de la respiración. El 16 de Octubre de 1846, un dentista llamado Morton, realizó una demostración de una anestesia general con éter "eterización". A finales de 1846 Wendel Holmes impuso el nombre griego de anestesia a este procedimiento. El 4 de noviembre de 1847, Simpson, obstetra de Edimburgo realizó la primera anestesia con cloroformo en el hombre.

John Snow (1813-1858) se considera como el primer médico especialista en anestesia, quien en 1847 publicó el primer libro sobre la materia e ideó dos aparatos que permitían distribuir con más precisión el éter o el cloroformo.

3.1.1.2 Anestesia general

El 28 de enero de 1848 se produjo el primer accidente de anestesia en un joven de 15 años de edad. En Francia, las escuelas de París y Lyon entablaron una discusión sobre los riesgos de la anestesia, esta discusión duró aproximadamente cincuenta años. La toma de conciencia por los cirujanos y por los primeros médicos anestesistas, del peligro que se hacen correr a sus pacientes, fue sin duda el origen de numerosos progresos técnicos y de nuevas investigaciones fisiológicas y farmacológicas; al mismo tiempo se reconoce a Inglaterra como la nación de especialización en anestesia (1893), y en donde se establece la responsabilidad médico-legal. En cuanto al progreso técnico, los aparatos se multiplicaron. Entre ellos están los de Clover, Orsmy y

Ombredane en Francia (1908) para el éter, y de Hewitt (1892) y Mac Kesson (1910) para el protóxido de nitrógeno. La idea del uso de los vapores y gases anestésicos en circuito cerrado, nacida del trabajo de Snow en 1850, progresó: Amiot y Desmaret idearon un aparato en 1919 que quedó desconocido y fue Waters en 1924 quién describió el primer "Vaivén" con absorción de gas carbónico por la cal sodada.

Este descubrimiento abrió el camino a la ventilación asistida y controlada, propuesta por Guedel en 1934 y, para permitir el arranque de la cirugía torácica. En el plano farmacológico, se descubrieron, experimentaron e introdujeron en clínica nuevos anestésicos. Desde 1847, Fluorens experimentó el cloruro de etilo. El ciclo propano fue preparado en 1882 por Freund y utilizado en circuito cerrado por primera vez por Waters en 1934, El tricloretileno, fue introducido en clínica por Herbert en 1941. En el plano del conocimiento de los mecanismos de la anestesia, se expusieron teorías en las que se cree que la acción de los anestésicos se acompaña de trastornos de la permeabilidad de la membrana, es decir, de la polarización de la membrana con modificaciones en los cambios iónicos y gaseosos, responsables de trastornos de la función de la célula nerviosa.

La intubación traqueal fue propuesta en 1871 en donde se introducía un tubo con un balón por el orificio de una traqueotomía. En 1879 Mac Ewen colocó la sonda utilizando la vía bucal, en principio a ciegas y después ayudado de un laringoscopio. A partir de entonces fue posible el control de la ventilación y se resolvió el problema de las secreciones.

3.1.1.3 ANESTESIA MODERNA

En EU y Gran Bretaña aparecen una serie de anestésicos halogenados que llegaron a obtener un importante éxito.

En 1951 Suckling sintetizó el halotano o Fluothane y utilizado por Reventós en 1956.

En 1959 Artuso y Von Poznak experimentaron con el metoxiflurano o Penthrane.

En 1969 Dobkin presentó el edurano o Etrhane.

En 1976 se utilizó en EU el Forane.

Quastel en 1950 demostró que los barbitúricos originan una disminución de las actividades del ciclo de Krebs y disminución de la síntesis del ATP y de la acetilcolina necesaria para la transmisión sináptica.

En 1902 en Francia, Leduc propone la anestesia eléctrica utilizando una corriente continua interrumpida y distribuida sobre la superficie del cráneo. Las investigaciones más recientes están orientadas hacia las asociaciones electromedicamentosas, en donde una corriente de

impulsos de alta frecuencia, trabaja en conjunto con elementos que aumentan los efectos anestésicos. Estas técnicas de electro estimulación encuentran mayor uso en tratamiento del dolor.

3.1.2 MAQUINA DE ANESTESIA

Los primeros informes datan de 1799 cuando James Watt construyó un inhalador de gas para Thomas Beddoes. El mismo ingeniero diseñó una máquina de gas para Humpry Davis. Entre 1846 y 1850 se empezaron a utilizar pañuelos doblados empapados con éter inicialmente y posteriormente con cloroformo. Este sistema fue remplazado en 1850 por los conos de inhalación en los cuales se empleaba una esponja de mar y un cono de metal o cuero.

Se inicia la era de los inhaladores de “sistema cerrado” diseñados por Clover en 1867 para la administración del éter. En 1895 se despierta nuevamente el interés por los métodos abiertos para la administración del éter. Se conoce por ejemplo la máscara de gasa con estructura de alambre fabricada por Schimmelbusch, Ballamy, Gardner y Oschner entre otros.

Entre 1905 y 1941 se estuvieron empleando los sistemas semiabiertos. Un ejemplo lo constituyen las máscaras de Fergusson en 1905 y Coutts en 1930. Durante la Primera Guerra mundial se usó el vaporizador de Shipway para el éter. Posteriormente se diseñaron los vaporizadores para anestesia con circuito semicerrado como el de Marret y Oxford en 1941.

3.2 MARCO LEGAL

3.2.1 Ley 100 de 1993, Artículo 245

El Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Créase el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, como un establecimiento público del orden nacional, adscrito al Ministerio de Salud, con personería jurídica, patrimonio independiente y autonomía administrativa, cuyo objeto es la ejecución de las políticas en materia de vigilancia sanitaria y de control de calidad de medicamentos, productos biológicos, alimentos, bebidas, cosméticos, dispositivos y elementos médico-quirúrgicos, odontológicos, productos naturales homeopáticos y los generados por biotecnología, reactivos de diagnóstico, y otros que puedan tener impacto en la salud individual y colectiva. El Gobierno Nacional reglamentará el régimen de registros y licencias, así como el régimen de vigilancia sanitaria y control de calidad de los productos de qué trata el objeto del Invima, dentro del cual establecerá las funciones a cargo de la nación y de las entidades territoriales, de conformidad con el régimen de competencias y recursos.

3.2.2 DECRETO NÚMERO 4725 DE 2005

Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.

3.2.3 Resolución 2434 de 2006 del Invima

Por la cual se reglamenta la importación de equipo biomédico repotenciado Clases IIb y III.

3.2.4 CERTIFICACIONES

3.2.4.1 Certificación de Garantía Técnica: Certificación suscrita por el fabricante o del distribuidor autorizado en Colombia en donde manifiesta que otorga la garantía técnica para amparar el bien, por un tiempo igual o mayor a un (01) año, contado a partir de la fecha en la cual se firme el Acta de recibido a satisfacción por parte del supervisor, contra posibles defectos de fabricación, diseño y/o calidad de los materiales.

3.2.4.2 Certificación Invima: El oferente deberá presentar Registro INVIMA para los equipos que así lo requieran (acuerdo Decreto 4725 de diciembre 26 del 2005) y/o certificado de no requiere (acuerdo ACTA No 07 de junio 10 del 2009).

- 3.2.4.3 *Certificación de Capacitación sin Costo:*** El proponente deberá anexar con su propuesta un compromiso por escrito debidamente firmado por el representante legal, en el que se describa el Plan de capacitación para cada equipo dentro del grupo o grupos ofertados que incluya capacitación para el usuario (operador) y técnica (dirigida al personal de mantenimiento del Hospital) así:
- Durante el momento de la entrega.
 - Una vez se ponga en funcionamiento el Hospital
 - Y en el momento que el interventor del contrato lo solicite por el cambio del operario durante la vigencia de su garantía.
- 3.2.4.4 *Certificación Mantenimiento:*** Certificación suscrita por el representante legal donde haga constar el ofrecimiento para realizar el mantenimiento preventivo y/o correctivo durante el periodo de garantía estipulado para los equipos que se solicite, sin costo adicional para la entidad.
- 3.2.4.5 *Cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura – CCBPM (O su equivalente en el país de origen del bien ofertado):*** Para los fabricantes de dispositivos médicos, debe presentar certificación expedida por el Ministerio de la Protección Social en el cual se hace constar el cumplimiento con las Buenas Prácticas de Manufactura de Dispositivos Médicos, no se aceptara certificados CCBPM expedidos a nombre de un tercero. Para el caso de Distribuidores Autorizados debe presentar CCBPM del fabricante o el documento equivalente en el país de origen del bien ofertado.
- 3.2.4.6 *Certificado de Capacidad de Almacenamiento y Acondicionamiento – CCAA:*** Los proponentes deberán anexar a la propuesta técnica el Certificado de Capacidad de Almacenamiento y Acondicionamiento CCAA, expedido por el INVIMA en el que conste el cumplimiento de las condiciones sanitarias para el almacenamiento y/o acondicionamiento, control de calidad de dotación y recurso humano que garanticen su buen funcionamiento, así con la capacidad técnica y calidad de los mismos. No se aceptara certificados CCAA expedidos a nombre de un tercero y será causal de rechazo de la oferta la no presentación del CCAA y quedara inhabilitado para seguir participando.

3.2.4.7 ***Certificación personal técnico***: El proponente debe presentar certificado suscrita por el representante legal, que el personal técnico encargado del mantenimiento de cada uno de los grupos ofertados, cuenta con la capacitación y es apto para realizar los mantenimientos, además de la certificación del Invima. Sin perjuicio a lo anterior una vez adjudicado el contrato deberá anexar las hojas de vida del personal con la certificación de capacitación y la certificación Invima.

3.3 MARCO CONCEPTUAL

3.3.1 ANESTESIA

La anestesia se define como la privación total, parcial o local; de la sensibilidad reversible, es una rama de la medicina especializada en la atención médica de los pacientes que son sometidos a procedimientos médico quirúrgicos, tanto en pacientes adultos, pediátricos y neonatos. En un procedimiento quirúrgico es necesario producir en el paciente un estado de inconciencia, insensibilidad al dolor, pérdida de la motilidad y del control de los reflejos: antes, durante y después de la intervención. Lo anterior es producido por la administración de sustancias farmacológicas por distintas vías.

3.3.1.1 Etapas de la anestesia

Las etapas de la anestesia se conocen como el recorrido que debe hacer un paciente cuando es llevado a cirugía, el proceso cuenta con tres etapas.

- **Etapa Pre anestésica:** Es el estudio y valoración del paciente, previo a la aplicación de la anestesia, para seleccionar el procedimiento de menor riesgo y el más apropiado a cada situación, para evitar nuevas morbilidades, permitir una adecuada y rápida recuperación. El paciente es evaluado y se definen las características individuales y exclusivas para su caso.
- **Etapa Transanestésica:** Se refiere a la aplicación correcta y oportuna de la anestesia, siendo la responsabilidad del anestesiólogo, tanto en la inducción, como en la o las técnicas para la administración de la misma y el mantenimiento del estado anestésico. Se hace uso de la máquina de anestesia, además del monitoreo de signos vitales de manera permanente para conservar y vigilar las condiciones del paciente.
- **Etapa Postanestésica:** Se refiere a la recuperación del paciente intervenido, implica la eliminación del estado provocado y la estabilidad completa de sus funciones. En la unidad de recuperación o de cuidados postanestésicos, al paciente se le deberán vigilar y evaluar en forma periódica y frecuente: la función respiratoria, cardiovascular, mental, neuromuscular, etc.; hasta que recupere su estado pre quirúrgico.

3.3.1.2 Tipos de anestesia

Se refiere al tipo de anestesia que se aplica al paciente para la realización de un procedimiento médico específico. Se selecciona y personaliza por el nivel de complicación del procedimiento, además de adecuarse a las características y necesidades de cada paciente.

- **Anestesia general:** Ejerce efecto sobre el Sistema Nervioso Central (SNC), se asocia a la pérdida reversible de la conciencia, analgesia de cuerpo completo, amnesia y cierto grado de relajación muscular. Hace que el paciente permanezca completamente inconsciente durante la intervención, sin conciencia ni recuerdos de la misma. El anestesiólogo calcula permanentemente las dosis para ajustar el nivel de anestesia a las necesidades de la intervención y a las características de cada paciente; se administran generalmente una serie de fármacos de manera intravenosa, intramuscular o inhalatorio; tienen una acción sedante, hipnótica, analgésica y relajante.
- **Anestesia local:** Consiste en la administración de un fármaco anestésico en gotas, crema, spray o inyección en la pequeña zona que se va a operar para hacerla insensible. Puede aplicarse a cualquier zona externa del cuerpo; Es una técnica simple y eficaz.
- **Anestesia regional:** Ocasiona la pérdida de la sensibilidad en una región del cuerpo que va a ser operada; Se distinguen dos grandes grupos de técnicas:
 - **Bloqueo de nervios periféricos:** Se administran fármacos a través de una aguja colocada cerca de los nervios de un brazo, una pierna, el pecho o el abdomen. Las complicaciones neurológicas son poco frecuentes, menos de un 3%.
 - **Bloqueo de central: Epidural, Caudal, Intradural:** Se administran fármacos anestésicos a través de una aguja o catéter colocado entre los huesos de la columna vertebral, para entumecer el cuerpo, generalmente la zona desde el ombligo hasta los pies.

3.3.2 MAQUINA DE ANESTESIA

La máquina de anestesia suministra de manera segura, adecuada, programada y de forma continua o intermitente la administración de oxígeno, gases medicinales y agentes anestésicos; permite la ventilación espontánea como controlada de manera manual o automática, al paciente: neonatal, pediátrico y adulto. Además de administrar anestesia y controlar su profundidad, maneja por completo la respiración del paciente, monitoriza todas las variables respiratorias y su propio funcionamiento.



Ilustración 1 Máquina de anestesia Premiun ARIES 2200

Ilustración 2 Máquina de anestesia ohmeda

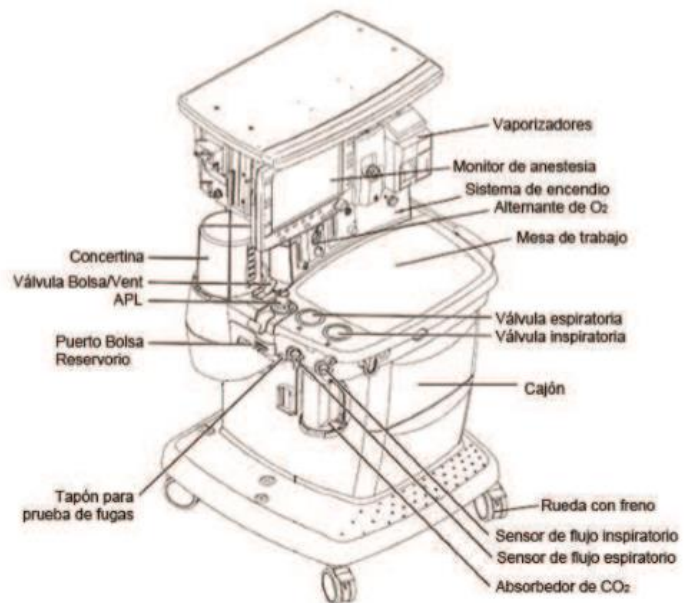


Ilustración 3 Partes de máquina de anestesia

3.3.2.1 Sistema de control para suministro de gases

El suministro de gases, se puede definir como el sistema de alta presión de la máquina de anestesia, el cual va desde el abastecimiento de gases hasta los flujómetros. Para hacer uso de los gases de manera segura para el paciente y la máquina, se emplean los reguladores de presión, los cuales, como su nombre lo dice, reduce una presión alta a una presión baja de trabajo, permitiendo la expansión del gas comprimido a presión baja y a velocidad constante para satisfacer las demandas dentro de su capacidad.

Existen dos tipos de fuentes para la administración de los gases en centro hospitalario; uno de ellos es un sistema de tubería que proviene de la central de gases intrahospitalario, de allí existe un abastecimiento hacia todo el hospital de los diferentes gases; el segundo se da en base al uso de cilindros el cual tiene como función principalmente ser una fuente de emergencia para cuando la central de gases intrahospitalaria presente alguna falla.

Los gases que se utilizan en anestesia son: O₂, óxido nitroso (N₂O) y aire; estos deben suministrarse de manera y presión adecuada, los cuales llegan a las máquinas de anestesia por medio de mangueras de caucho, no colapsables, no compresibles y lo suficientemente largas para evitar tensiones excesivas.

Los gases destinados llegan al Manifold de la máquina de anestesia el cual permite el ingreso de los gases y reduce la presión de los mismos a la presión establecida de trabajo de la máquina; cabe aclarar que también se poseen Yugos para el acople de cilindros en caso de que la red central presente alguna falla.

Todo el sistema de distribución de los gases deberán estar codificado, las conexiones entre la fuente del gas y la máquina de anestesia son exclusivas de cada gas, evitando de esta manera una conexión errónea. Se distinguen por colores y encajes diferenciados.

- **Oxígeno:** Proporcionar la totalidad o una parte del flujo de gas (FiO₂) Aportar gas para el flujo rápido de oxígeno (válvula flush) Accionar la alarma de presión de oxígeno bajo. Accionar el ventilador. Proporcionar alarma de mezclas hipóxicas con otros gases.
- **Aire:** Permite disminuir la FiO₂, con lo que se disminuyen los efectos nocivos de éste, en altas concentraciones.

- **Óxido Nitroso:** Es anestésico cuando se usa en altas concentraciones, mayores del 70%, y analgésico en concentraciones más bajas. Su mezcla con oxígeno permite balancear una anestesia.

3.3.2.2 Manómetros y Reguladores

Aparato destinado a medir la presión del gas dentro del cilindro. Generalmente viene calibrado en libras por pulgada cuadrada (PSI) o en kilogramos por cm². En el caso del oxígeno por ser un gas, su presión disminuye en forma constante con el gasto, por lo tanto la presión registrada en el manómetro es una guía del volumen que hay en el cilindro.

El óxido nitroso, por el contrario, es líquido a temperatura ambiente y a las presiones que se distribuye para su uso; Mientras exista líquido en el recipiente, la presión que marca el manómetro es la presión de vapor del líquido, y tenderá a ser constante, por lo tanto usted no puede saber si el tanque está lleno de líquido o si hay tan sólo una gota. La presión sólo comienza a descender cuando el líquido se agota.

Los Reguladores están diseñados para reducir la alta presión con la cual los gases salen de los cilindros (2.000 psi. o más) a una presión útil (40 psi.) y mantenerla constante. Esto es importante ya que evita estar haciendo continuos ajustes al flujómetro cuando la presión del cilindro decae, impide además el daño de las conexiones de la máquina

3.3.2.3 Flujometro

Los gases se miden y cuantifican antes de ser administrados. Las unidades de medida son en litros por minutos. El flujometro es la parte de la máquina de anestesia que cumple este cometido, se identifica según el código de color de cada gas. Mediante la válvula de ajuste respectiva se dosifica la cantidad deseada, cada flujómetro está construido para un gas específico y no son intercambiables con otros, solo miden con precisión el gas para el que se han calibrado explícitamente.

Actualmente se usa el medidor de orificio variable conocido como el tubo de Thorpe. El tubo de Thorpe es de vidrio cilíndrico por fuera y cónico por dentro, posee un elemento interno, el indicador de flujo, conocido como rotámetro. Cuando pasa a través del tubo, el gas sube o empuja el elemento interior hasta un punto donde se estabilizan las fuerzas de arrastre del gas y el peso del rotámetro.

Existen dos tipos adicionales:

- Paleta, o Gauthier son de orificio constante y presión variable; están formados por una cámara redonda, donde la entrada de gas se puede medir por el movimiento de la paleta.
- Electrónicos, los cuales miden el flujo por la variación de la temperatura, registrada por un sensor térmico situado en el centro de la corriente de gas.

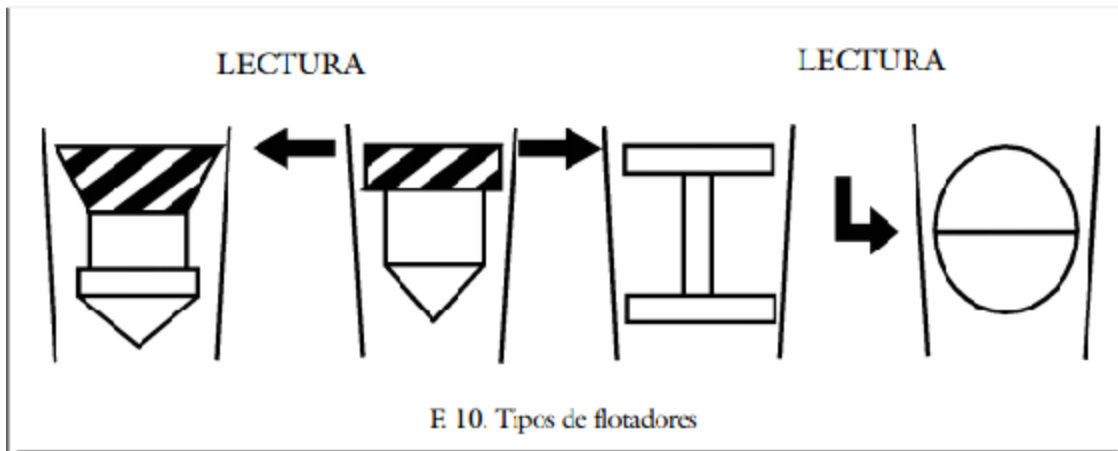


Ilustración 4 Tipos de flotadores

3.3.2.4 Mezclador de Gases

Es el encargado de suministrar una mezcla de gases, provenientes de tres entradas de gas independientes, como lo son el oxígeno, el óxido nitroso y el aire.

3.3.2.5 Flush de O₂

Aporta gas para el flujo rápido de O₂, se comunica directamente con la salida común de los gases y al ser activada, libera un flujo alto de oxígeno al sistema respiratorio de 35-75 lpm.

El flush puede usarse cuando de manera urgente se necesita llenar el circuito de oxígeno. También llamada válvula de purgado de O₂.

3.3.2.6 Vaporizador



Ilustración 5 Vaporizador BleaseDatam

Tienen la función de transformar un agente anestésico líquido en vapor anestésico. Los anestésicos inhalados son agentes en estado líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica, por lo que este debe evaporarse para agregarlo a la corriente de gas en un porcentaje preciso, para ser administrado al paciente a través del circuito respiratorio, debe ser entregado con una concentración pre calibrada deseada, es manipulado a través de una perilla o botón pre marcado. La vaporización del anestésico líquido depende principalmente de la presión de vapor, calor latente de vaporización, calor específico, temperatura, presión atmosférica y conductividad térmica. El sistema anestésico de ventilación, posibilitan la administración de gases más vapor anestésico desde la máquina de anestesia hacia el paciente.

Los vaporizadores modernos de uso clínico actual son vaporizadores de arrastre, de cortocircuito variable, específicos para cada agente inhalatorio y colocados fuera del circuito respiratorio, conectado únicamente al paso de gas fresco, ya que de otro modo, en condiciones de re inhalación, el paso repetido del aire espirado a través del vaporizador añadiría más agente anestésico a la mezcla de gases, lo que produciría variaciones incontrolables en la concentración en la mezcla de gases inspiratorios.

- **Componentes:**

- dial regulador
- cámara de vaporización
- cámara de bypass
- entrada de líquido anestésico con su cierre, para verter el contenido del frasco de agente anestésico; con un sistema de

- seguridad, el cual evita que dos vaporizadores se abran al mismo tiempo
- visor de vidrio prismático que funge como indicador de llenado

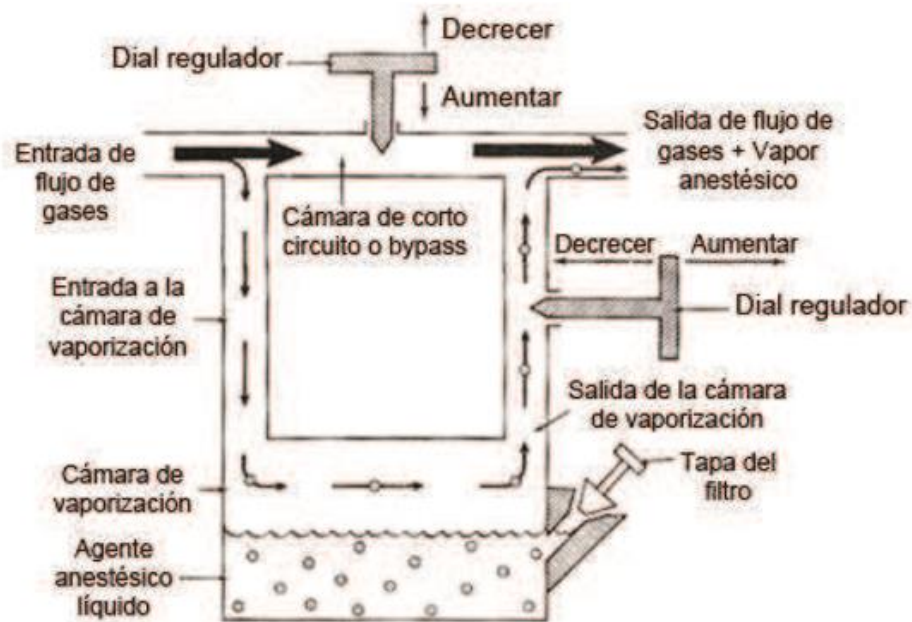


Ilustración 6 Funcionamiento Vaporizador

El flujo de gas fresco que ingresa al vaporizador, llega desde los flujómetros, ingresando por la boca de entrada, se divide en dos partes: en la primera el flujo pequeño pasa a través de la cámara de vaporización donde es enriquecida o saturada con vapor de anestésico líquido que se está continuamente vaporizando; en la segunda, el flujo mayor atraviesa directamente la cámara de corto circuito o canal de bypass sin enriquecerse con vapor y es mezclada con el que sale de la cámara, resultando en la concentración deseada.

Los flujos parciales de gas a cada cámara dependen de la relación de resistencias entre la vía de la cámara de cortocircuito y la vía de la cámara de vaporización; un cambio en el ajuste del dial de la concentración provoca un cambio en la resistencia, alterando la relación de los dos flujos de gas. Los vaporizadores son calibrados para un gas anestésico determinado, pero no varían en su estructura interna.

Los vaporizadores están diseñados para un agente inhalatorio específico y deberán ser de la misma marca y modelo del equipo de anestesia, en caso de ser llenado por el anestésico incorrecto, podrían liberarse sobredosis o dosis inferiores. Los vaporizadores modernos tienen código de color y algunos de ellos cuentan con dispositivos para el llenado específico para cada vaporizador y cada líquido anestésico.

Los anestésicos inhalatorios volátiles se encuentran en estado líquido por debajo de los 20°C, el cambio de fase líquida a vapor genera presión de vapor saturado.

- **Punto de Ebullición**

➤ Isoflurano	48.5°
➤ Halotano	50.2°
➤ Sevofluorano	58.5°
➤ Enflurano	56.5°
➤ Desflurano	22.8°

- **Clasificación de Vaporizadores**

- A. Método para regular la concentración
 - Cortocircuito variable ("bypass" variable)
 - De flujo cuantificado
- B. Método de vaporización
 - De arrastre (Flow-over)
 - De burbujeo
 - Inyección
- C. Compensación de temperatura
 - Por modificación del flujo
 - Aporte de calor
- D. Especificidad
 - Agente específico
 - Agentes múltiples
- E. Resistencia
 - Plenum (La presión dentro del vaporizador es mayor que fuera)
 - Baja resistencia

- **Factores que influyen en el rendimiento del vaporizador**

Entendemos por rendimiento la adecuación en todo momento de la concentración de anestésico a la salida del vaporizador con la que este señala en el dial. El rendimiento de un vaporizador ideal sería constante en condiciones variables de flujo, temperatura, presión atmosférica, presión a la salida del vaporizador (presión retrógrada) e independiente del gas transportador. Los vaporizadores actuales se aproximan al ideal pero aún tienen limitaciones.

- **Flujo de gas:** varían su rendimiento según el flujo de gas que pasa por ellos. Esto es particularmente notable en flujos extremos; A bajos flujos se genera una presión insuficiente en la cámara de vaporización para hacer avanzar las moléculas.
- **Temperatura:** La vaporización implica pérdida de calor del agente líquido. Al descender la temperatura del mismo también descende su presión de vapor por lo que el volumen de vapor arrastrado por el gas vector será menor. Para minimizar la pérdida de calor los vaporizadores están contruidos con metales que tienen un alto calor específico y alta conductividad térmica.

3.3.2.7 Ventilador



Ilustración 7 Ventilador Ohmeda

Es un elemento integrado en una máquina, mesa o aparato de anestesia, dotada de un circuito circular que permite la re inhalación de los gases espirados; encargado de proporcionar temporalmente ventilación controlada artificial, sustituyendo la función pulmonar normal. Son controlados por microprocesadores, lo que permite agregar modos ventilatorios y actualizaciones de software y hardware.

Los módulos característicos de estas estaciones de trabajo son: el de suministro de gases, el de suministro de vapores anestésicos, los sistemas de conducción de gases, el módulo de eliminación de gases anestésicos, el de monitorización, el de alarmas y protección, y el propio ventilador anestésico.

El modo en que un ventilador anestésico desarrolla su función primordial, “la insuflación intermitente de una mezcla gaseosa en las vías aéreas del paciente, mediante la generación de un gradiente de presión positivo”, depende, sobre todo, del tipo de mecanismo o sistema generador de presión que incorpora. Hay dos tipos principales de ventiladores, el que administra los gases espirados y el que no.

Durante la insuflación, la presión en la carcasa aumenta rápidamente debido a la inyección en su interior de un gas altamente presurizado, la fuente motriz de la insuflación es siempre de manera neumática y este gas recibe el nombre de gas motor. Debido a eso, la cámara colectora es comprimida hasta vaciarse, lo que genera una presión positiva necesaria para insuflar la mezcla gaseosa recogida en su interior hacia las vías aéreas del paciente, el gas motor puede ser oxígeno o aire medicinal. Durante la espiración, el gas motor es expulsado a la atmósfera a través de una válvula de escape, que permanece cerrada durante la fase inspiratoria.

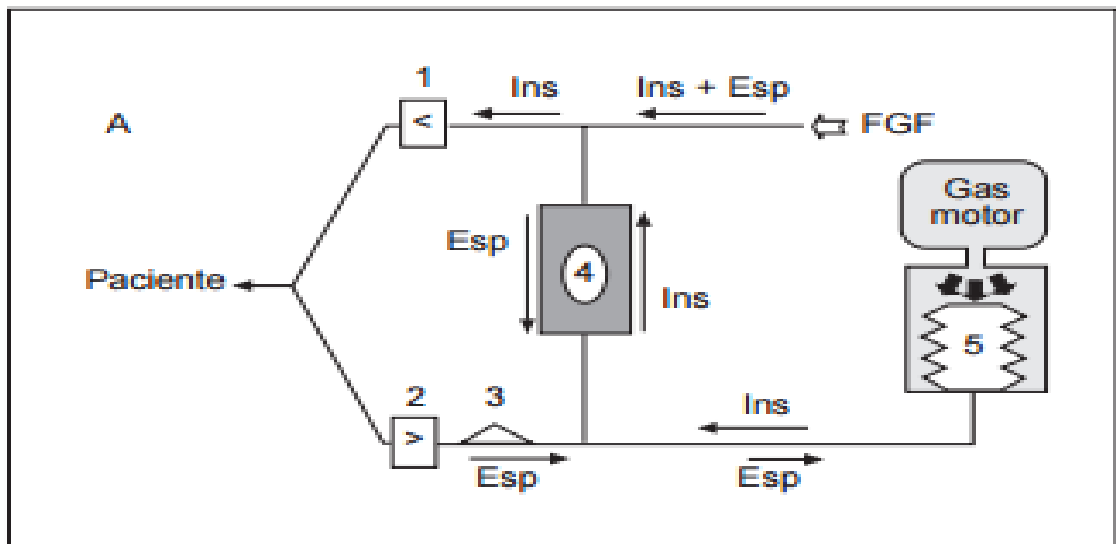
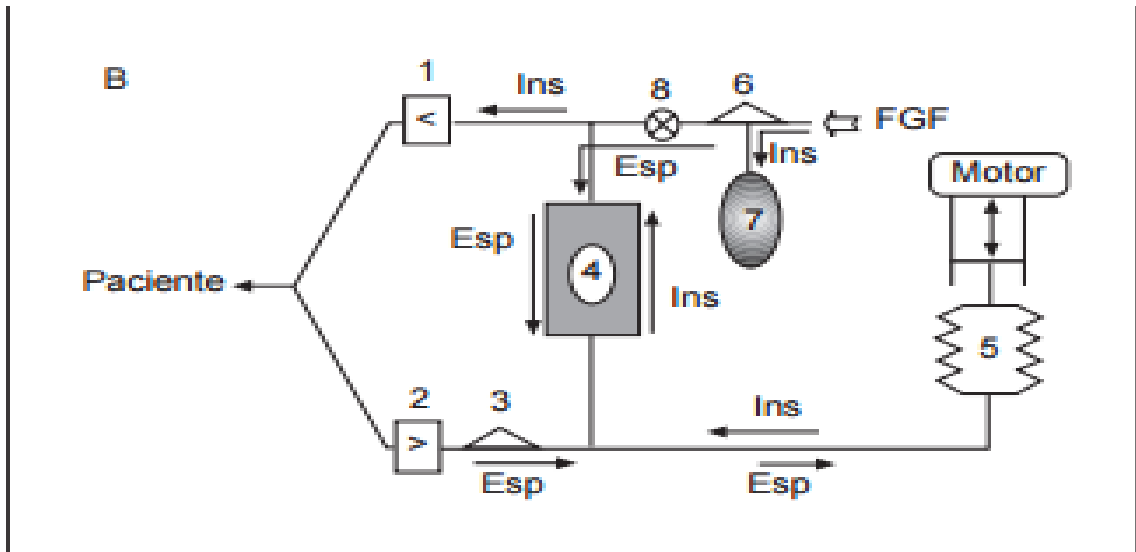


Ilustración 8 Circuito funcional de un ventilador

Son los ventiladores tipo circuito único, como lo indica su nombre solo tiene un circuito, el secundario o del paciente; la cámara colectora, la cual puede ser una concertina o un cilindro con pistón, la cual es accionada directamente por un motor eléctrico o neumático. Tiene los componentes del circuito del paciente, pero además estos sistemas poseen: una bolsa reservorio con una válvula de escape del gas excedente, llamada válvula APL y una válvula de aislamiento del balón reservorio, además de una válvula independiente de admisión de aire ambiente.



1) y 2) válvulas inspiratoria y espiratoria, respectivamente; 3) válvula de escape de los gases excedentes; 4) absorbedor de CO₂; 5) cámara colectora, representado, en ambos casos, por concertinas; 6) válvula APL; 7) bolsa reservorio, y 8) válvula de aislamiento del balón reservorio (activa)

- **Variables físicas que intervienen en el ciclo ventilatorio**

- I. **Variables de control:** La variable de control es aquella que el ventilador manipula para lograr la inspiración y que se mantiene constante a pesar de los cambios en la mecánica ventilatoria. Un ventilador mecánico puede controlar en cada momento sólo una de tres variables: presión, volumen y flujo. La variable controlada se establece como independiente, mientras que las otras dos dependerán de las características mecánicas del sistema respiratorio.

Debido a que el control del volumen implica también el control del flujo (el volumen es el producto del flujo y el tiempo inspiratorio), y viceversa, las dos variables comúnmente controladas por los ventiladores son la presión y el volumen, de modo que la ventilación mecánica invasiva se clasifica primariamente en ventilación volumétrica o controlada por volumen y ventilación barométrica o controlada por presión.

- **Ventilación controlada por volumen:** Aunque habitualmente se utiliza el término volumen controlado, en realidad el ventilador controla el flujo inspiratorio. el flujo inspiratorio y el volumen circulante son programados por el usuario y son constantes, suministrando un volumen corriente o tidal (VC) establecido; El

tiempo inspiratorio viene determinado por el flujo y el volumen prefijados, mientras que la presión depende de la resistencia de la vía aérea y de la distensibilidad toracopulmonar.

- **Ventilación controlada por presión:** En este caso, la presión inspiratoria programada es constante y se establece como variable independiente, mientras que el volumen y el flujo varían de acuerdo con el nivel de presión establecido y con los cambios en la impedancia a la ventilación. El tiempo inspiratorio se fija en el ventilador, mientras que el flujo disminuye a medida que la presión alveolar se aproxima a la presión aplicada a la vía aérea.

Parámetro	Ventilación controlada por volumen	Ventilación controlada por presión
Volumen circulante	Constante (programado)	Variable
Presión máxima	Variable	Constante
Presión meseta	Variable	Constante
Flujo inspiratorio	Constante (programado)	Variable
Patrón de flujo	Programado (onda cuadrada)	Decelerado
Tiempo inspiratorio	Programado (depende del flujo y del volumen)	Programado
Frecuencia respiratoria	Programada (el paciente puede disparar)	Programada (el paciente puede disparar)
Cambio en la resistencia de la vía aérea: • ↑ Resistencia • ↓ Resistencia	• ↑ Presión de la vía aérea • ↓ Presión de la vía aérea	• ↓ Volumen circulante • ↑ Volumen circulante
Variación de la distensibilidad: • ↓ Distensibilidad • ↑ Distensibilidad	• ↑ Presión de la vía aérea • ↓ Presión de la vía aérea	• ↓ Volumen circulante • ↑ Volumen circulante
Esfuerzo inspiratorio del paciente: • Presencia de esfuerzo • Ausencia de esfuerzo	• ↓ Presión de la vía aérea • ↑ Presión de la vía aérea	• ↑ Volumen circulante • ↓ Volumen circulante

Ilustración 9 Comparación entre ventilación controlada por volumen y por presión

II. **Variables de fase:** Un ciclo ventilatorio completo, controlado por un ventilador, consta de cuatro fases:

- ❖ Cambio de espiración a inspiración (comienzo de la inspiración).
- ❖ Inspiración.
- ❖ Cambio de inspiración a espiración (final de la inspiración).
- ❖ Espiración.

Una variable de fase es una señal física (presión, volumen, flujo o tiempo) que el ventilador mide y utiliza para iniciar alguna parte del ciclo ventilatorio. Es decir, sirve para comenzar (disparo o *trigger*), sostener (límite) y finalizar (ciclado) cada una de sus fases.

- **Variable de trigger o disparo:** Es el mecanismo (tiempo, presión o flujo) que el ventilador utiliza para finalizar la espiración y comenzar la fase inspiratoria.
 - ❖ **Trigger por el ventilador:** Si la ventilación es iniciada por el ventilador, la variable de *trigger* es el tiempo, el cual viene determinado por la frecuencia respiratoria programada. Esta modalidad puede denominarse simplemente «ventilación controlada», la cual se caracteriza porque el ventilador no es sensible al esfuerzo inspiratorio del paciente.
 - ❖ **Trigger por el paciente:** Para que el ventilador pueda sensar el esfuerzo inspiratorio en los pacientes que conservan la capacidad para respirar, debe establecerse un parámetro de sensibilidad o *trigger*, el cual determina un valor umbral de presión o flujo necesario para iniciar la inspiración. Esta forma de soporte ventilatorio se denomina «ventilación asistida», ya que el ventilador ayuda al esfuerzo inspiratorio del paciente.
 - ❖ **Trigger neural:** Es un nuevo método de monitorización del control neural de la respiración. Esta técnica, denominada asistencia ventilatoria ajustada neuralmente (NAVA, *neurally adjusted ventilatory assist*), se basa en que la despolarización del diafragma depende de la transmisión de una señal neural procedente del tronco cerebral. Para ello, se mide la actividad electromiográfica del diafragma (Edi) mediante un catéter esofágico especial con electrodos en su extremo distal, y se utiliza como mecanismo para iniciar la inspiración.

- **Variable de límite:** La variable de límite es el valor máximo de presión, flujo o volumen que puede alcanzarse y mantenerse durante toda la inspiración, pero que no finaliza la fase inspiratoria. El tiempo, por definición, no puede ser una variable de límite, ya que la limitación del tiempo inspiratorio llevaría a la terminación de la inspiración. Habitualmente los ventiladores limitan el flujo (ventilación volumétrica) o la presión (ventilación barométrica).
- **Variable de ciclado:** Es la variable presión, flujo, volumen o tiempo, medida y utilizada por el ventilador para terminar la inspiración y comenzar la fase espiratoria. En la ventilación controlada por volumen, la variable de ciclado es el volumen; en la ventilación controlada por presión, el ventilador es ciclado por tiempo; y en la ventilación con presión de soporte, el cambio de inspiración a espiración se produce por flujo.
- **Variable basal:** Es el parámetro controlado durante la espiración. Aunque el volumen o el flujo podrían servir, la presión es la variable más utilizada en los ventiladores modernos. El nivel de presión a partir del cual un ventilador inicia la inspiración se denomina presión espiratoria o basal, y puede ser cero (presión atmosférica) o tener un valor positivo, denominado presión positiva al final de la espiración (PEEP, *positive end expiratory pressure*).

- **Modos de Ventilación**

- **Asistida-controlada. (A/C CMV):** El soporte ventilatorio mecánico total asistido-controlado es la modalidad más básica de VM, se emplea en aquellos pacientes que presentan un aumento considerable de las demandas ventilatorias y que por lo tanto necesitan sustitución total de la ventilación. La modalidad asistida-controlada permite iniciar al paciente el ciclado del ventilador partiendo de un valor prefijado de frecuencia respiratoria que asegura, en caso de que éste no realice esfuerzos inspiratorios, la ventilación del paciente.
- **Ventilación mandatoria intermitente sincronizada. (SIMV):** La SIMV combina la ventilación controlada con la ventilación espontánea, permitiendo al paciente intercalar ciclos con el ventilador. El ventilador proporciona ciclos ventilatorios mandatorios, controlados por volumen o presión, a una frecuencia predeterminada, pero permite que se intercalen ciclos espontáneos entre los mandatorios, por lo tanto, la ventilación mandatoria es suministrada en sincronía con el esfuerzo inspiratorio del paciente, si es

detectado por el ventilador durante un periodo de tiempo o ventana de disparo.

- **Ventilación con presión de soporte. (PSV):** Es una modalidad asistida, limitada a presión y ciclada por flujo, que modifica el patrón ventilatorio espontáneo, es decir, disminuye la frecuencia respiratoria y aumenta el volumen circulante. El ventilador suministra una ayuda a la ventilación, programada a partir del nivel de presión de soporte. La presión se mantiene constante durante toda la inspiración, y de forma paralela el flujo disminuye progresivamente hasta alcanzar el nivel que permite el inicio de la espiración.

Modos convencionales
<ul style="list-style-type: none"> • Ventilación controlada (CMV) o asistida-controlada (A/C): <ul style="list-style-type: none"> – Controlada por volumen (VCV) – Controlada por presión (PCV) • Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV) • Ventilación espontánea (SV): <ul style="list-style-type: none"> – Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) – Ventilación con presión de soporte (PSV)
Modos alternativos
<ul style="list-style-type: none"> • Ventilación con liberación de presión en la vía aérea (APRV) • Ventilación bifásica (BIPAP) • Volumen controlado regulado por presión (PRVC) • Autoflow • Ventilación con soporte adaptativo (ASV) • Soporte de volumen (VS) • Ventilación asistida proporcional (PAV) • Ventilación mandatoria minuto (MMV) • Ventilación con relación IE invertida (IRV) • Ventilación pulmonar diferencial (ILV)
Modos especiales
<ul style="list-style-type: none"> • Ventilación de alta frecuencia (HFV) • Oscilación de alta frecuencia (HFO) • Soporte vital extracorpóreo (ECMO, ECCO₂R) • Ventilación líquida (LV)

Ilustración 10 Modos de Ventilación

- **Parámetros ventilatorios**

Los parámetros poseen un rango para abordar situaciones específicas, los parámetros adecuados varían entre los pacientes y en un mismo paciente durante su aplicación, por lo cual deberá adaptarse a cada situación fisiopatológica particular, además de las características físicas como: peso, edad, estatura, etc. Por lo tanto la máquina de anestesia posee controles y ajustes para el ventilador, estos son programados por el usuario desde un panel y guardados en la memoria del microprocesador.

- **Volumen corriente:** VC o volumen tidal, es el volumen de aire que entra en el pulmón en cada insuflación. Para determinar de forma aproximada un VC se usa la ecuación: $VC = 5-10 \text{ ml} \times \text{kg peso}$. Dicho parámetro es usado en los modos de control de volumen.
- **Presión Límite:** Es la presión límite alcanzada en la vía aérea, se programa en modos controlados por presión. Se refiere a la presión inspiratoria máxima, la cual al llegar a su valor más alto impide el ingreso de más flujo.
- **Presión Inspiratoria:** Es la presión suministrada en la inspiración, cuando se utiliza ventilación controlada por presión es muy importante conocer si la presión inspiratoria se establece con respecto al nivel de PEEP, es decir, que: $\text{Presión inspiratoria} = \text{Presión Límite} + \text{PEEP}$; si se aumenta la presión inspiratoria manteniendo constante la PEEP se obtiene un mayor volumen circulante, mientras que si se incrementa el nivel de PEEP sin variar la presión de insuflación el volumen suministrado al paciente es menor, lo cual implicaría problemas en la ventilación mecánica.
- **Frecuencia Respiratoria:** Se define como el número de ciclos respiratorios por unidad de tiempo, es decir, el número de ciclos por minuto, la FR junto con el VC, determinan el volumen minuto (VM). Se determinará de acuerdo a las necesidades de cada paciente.
- **Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP):** La PEEP, es una maniobra que evita la caída a cero de la presión de la vía aérea al final de la fase espiratoria, y puede combinarse con cualquier modalidad ventilatoria. Consiste en mantener una presión, es decir, un volumen al final de la espiración, con el objetivo de abrir alvéolos que, de otra manera, permanecerían cerrados. Debe aplicarse a todo paciente en ventilación mecánica.

- ***Pausa Inspiratoria:*** Consiste en aplicar un retardo en la apertura de la válvula espiratoria durante un breve tiempo tras finalizar el flujo inspiratorio, el gas insuflado permanece dentro de los pulmones, esta técnica da lugar a una caída de la presión de la vía aérea, desde su valor pico hasta una meseta, la cual es de gran ayuda, ya que refleja la presión pico alveolar y permite el cálculo de la distensibilidad estática. Con el paciente relajado, se programa una pausa de 0.5 a 2 s al final de la inspiración, para permitir el equilibrio entre las presiones de la vía aérea proximal y alveolar. La pausa inspiratoria forma parte de la fase inspiratoria del ciclo respiratorio.

- ***Sensibilidad por Flujo o Presión:*** El ventilador puede iniciar la insuflación después de un esfuerzo inspiratorio iniciado por el paciente, el cual deberá ser detectado por la máquina con relación a un nivel de sensibilidad programado, para ello debe contar con un mecanismo denominado disparo o trigger, en el cual se podrá regular su sensibilidad en distintos grados de esfuerzo inspiratorio, se recomiendan configuraciones bajas, alrededor de -2 a -3 cmH₂O para que la válvula inspiratoria se abra y comience la insuflación, un buen ajuste garantizará la detección del esfuerzo del paciente. Esto se consigue mediante sensores, generalmente de presión o de flujo, los cuales captan una presión o flujo negativos provocados por el movimiento inspiratorio del paciente.

- ***Comprobación del Sistema:*** Las máquinas de anestesia controladas por microprocesador presentan la ventaja de contar con un sistema de auto test eléctrico, el cual realiza pruebas de comprobación, estas varían según la marca y modelo del aparato y pueden encontrarse del tipo automático, los que requieren seguir indicaciones programadas en el sistema o guiarse por el manual de usuario. Es así como en minutos podremos comprobar funciones y detectar fugas. Si bien esto es una valiosa herramienta no debe dejarse de lado el mantenimiento preventivo del equipo, para asegurar un eficaz y seguro funcionamiento electrónico y neumático, dicho tema será tratado más adelante. En la siguiente tabla se puede observar los parámetros ventilatorios y respiratorios entre diferentes tipos de máquinas de anestesia.

3.3.2.8 VALVULAS

Las válvulas son los mecanismos que regulan el flujo, puede iniciar, abrir, cerrar, detener o regular la circulación de los gases mediante una pieza movable, la cual se abre, cierra u obstruye parcialmente en uno o más orificios o conductos.

- **Válvula Ajustable de Presión (APL):** Solo se utiliza durante la ventilación manual o espontánea y limita la cantidad de presión que se genera durante la misma. Está destinada a dejar pasar a la atmósfera la totalidad o una parte del gas espirado. La válvula se regula manualmente y se abre a una cierta presión, regulable entre 0.5 y 80 cmH₂O, por tanto, deja salir el gas cuando la presión en el circuito sobrepasa dicho valor. En los circuitos circulares es imprescindible porque el sistema recibe más gas fresco que el consumido por el paciente. Su posición en el circuito es fundamental, ya que su localización hace el gas que deje escapar sea principalmente gas espirado y poco gas fresco.
- **Válvula de Sobrepresión:** Según el tipo de circuito, permite la salida a la atmósfera de una parte o la totalidad de los gases espirados. Se abre a una presión regulable, prefijada entre 0.5 y 80 cmH₂O. Libera presión y previene la transmisión de presiones altas desde la máquina hasta el paciente.
- **Válvulas Unidireccionales:** Formada por dos válvulas idénticas, la válvula unidireccional inspiratoria y la válvula unidireccional espiratoria, permiten el paso de forma pasiva en una sola dirección de flujo de gas fresco y de los gases espirados respectivamente. Impide la reinhalación y la mezcla de gases entre la inspiración y la espiración. Debe tener resistencia baja y capacidad alta; es decir, abrirse con poca presión y cerrarse con rapidez.
- **Válvula Conmutadora Bolsa-Ventilador:** La máquina de anestesia deberá tener un conmutador Bolsa-Ventilador, la modalidad de Bolsa corresponde a la ventilación manual y la modalidad Ventilador hace referencia al uso de ventilación mecánica automática programada. Según el modelo, el mecanismo por el cual se controla la ventilación manual puede variar, pudiendo ser electrónico, donde se entrega una ventilación con el volumen circulante o presión previamente programados, mientras que en otros el control es mecánico.

3.3.2.9 ABSORCIÓN DE CO₂

Los recipientes de re inhalación tienen forma cilíndrica. El tamaño común es de 8 por 13 cm con capacidad total de 630 ml, y pueden contener 550 gr. de cal sodada. De la capacidad total, la cal sodada ocupa 285 ml y el aire 345 ml. El tamaño de los recipientes de circuito varía de 350 a 2400 ml; su capacidad es de 340 a 2100 gr. y su espacio aéreo de 200 a 1200 ml. El recipiente para cal sodada que se emplea deberá tener espacio intragranular aéreo que iguale al volumen máximo de ventilación.

La eficacia de un sistema de inhalación de absorción es aproximadamente 75 % de su capacidad máxima posible. En los Canister se utiliza sólo 60 % de la eficacia de absorción de la cal sodada. El Canister de Kappesser permite obtener hasta 95% de su eficacia.

Se emplean dos tipos de materiales absorbentes que son la cal sodada y la cal de bario (Baralyme). El tamaño de los gránulos en ambas es de 3.2 por 1.6 cm, con lo cual se logra una correspondencia óptima entre la superficie de absorción y la resistencia respiratoria adecuada. Para absorción eficaz es necesario que la cal sodada contenga de 14 a 18 % de agua (humedad elevada). Conviene conservar este material en recipientes herméticamente cerrados para impedir la pérdida del agua esencial. El contenido hídrico de la cal de bario se encuentra ligado al mineral en forma de agua de cristalización, en cantidades de 9 %, y por ello es difícil que la cal pierda su humedad.

Tres factores disminuyen la eficacia de los absorbentes:

- Recipientes pequeños
- Canalización selectiva del flujo de gases por compresión defectuosa en el recipiente o resistencia en el mismo
- Válvulas defectuosas

La colocación adecuada de los gránulos de absorbente en el recipiente es importante para lograr la absorción adecuada, especialmente en los aparatos de re inhalación y en los de circuito pequeño. Si no se logra comprimir por completo el contenido de la vasija y se deja el material colocado en forma floja se producen canalizaciones del aire respirado por medio de vías preferentes, que suelen seguir las paredes del recipiente y en esta forma el paciente puede reinspirar de 2 a 3 % de CO₂. Conviene pasar por un tamiz las cales sodada o de bario para quitar las partículas pequeñas y los polvos. Conforme se colocan

cantidades pequeñas en el recipiente vacío conviene dar golpes en las paredes del recipiente para limpiarlas de partículas que se adhieren en ellas y en esta forma lograr que se asientan. Esto deberá hacerse en forma continua hasta que se llene el recipiente. Ulteriormente el operador soplará a través del recipiente de re inhalación para quitar cualquier polvo que haya quedado.

- **Indicador:** De mayor uso el violeta de etilo y la fenolftaleína, es un indicador que cambia de color cuando este disminuye como resultado de la absorción. Se agrega a la cal sodada o baritada para indicar la saturación del absorbente, y su presencia no afecta la reacción de absorción del CO₂. Inicialmente, cuando la cal sodada es fresca, los indicadores son incoloros y a medida de la absorción de CO₂, el absorbente se va agotando, los indicadores cambian su coloración, la cual se torna color violeta y rosa, respectivamente

3.3.3 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de los equipos médicos se puede dividir en dos principales categorías: inspección y mantenimiento preventivo (IMP) y mantenimiento correctivo (MC).

Por IMP se entienden todas las actividades programadas que aseguran la funcionalidad de los equipos y previenen averías o fallas. Las inspecciones de funcionamiento y seguridad son procedimientos sencillos que permiten verificar el funcionamiento adecuado y el uso seguro del dispositivo. El mantenimiento preventivo (MP) comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir desperfectos (por ejemplo, calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etc.).

Las inspecciones se pueden efectuar como una actividad aislada y junto con el MP para garantizar la operatividad; esto es importante porque el MP puede ser bastante laborioso, en el sentido en que se retiran, limpian o reemplazan componentes.

Objetivo del mantenimiento:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad del equipo
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la institución
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente
- Maximizar el beneficio del equipo en base a su funcionamiento
- Evitar riesgos laborales
- Prolongar la vida útil del equipo

3.3.3.1 Personal

En la categoría de personal técnico entran los ingenieros y los técnicos. Los ingenieros biomédicos o clínicos tienen conocimientos de ingeniería en general, de física y biología y de sus aplicaciones a la tecnología médica. Del mismo modo, los técnicos reciben capacitación en aspectos técnicos del mantenimiento de equipos médicos. Los ingenieros biomédicos o clínicos acceden al puesto después de completar cuatro o cinco años de estudio de licenciatura, mientras que los técnicos a menudo acceden al puesto después de dos años de capacitación posgrado y un título o certificado de estudios en electrónica biomédica o tecnología de equipos biomédicos.

La combinación adecuada de técnicos e ingenieros se determinará según el tamaño del establecimiento sanitario, el número y la clase de equipos que incluye el programa de mantenimiento, el personal

calificado disponible en el mercado laboral local y la capacidad financiera de la organización. En casi todos los casos será necesario complementar el personal propio del programa de mantenimiento con proveedores externos (el representante del proveedor/ fabricante o representantes de terceros). Estos proveedores realizarán los trabajos de IMP y MC en los casos en que el personal del establecimiento no esté en condiciones de realizarlos. Además, el trabajo de reparación de los equipos médicos más sofisticados solamente pueden realizarlo especialistas altamente capacitados en una tecnología particular o un grupo reducido de tecnologías. Estos proveedores externos deben ser supervisados por técnicos biomédicos del establecimiento que gestionan el servicio, controlan los costos y aprovechan la oportunidad para familiarizarse con otros equipos.

Personal	Título	Función
Ingenieros	Ingeniero biomédico o ingeniero clínico	Gestión, mantenimiento especializado, supervisión de proveedores externos, evaluación de necesidades, planificación y capacitación del usuario.
	De otras disciplinas relacionadas (como ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica)	Deben realizar un curso de capacitación y obtener un certificado para trabajar en el campo de los dispositivos médicos. Su trabajo es principalmente el mantenimiento de los equipos médicos y algunas veces ocupan puestos gerenciales.
Técnicos	Técnicos en equipos biomédicos	Trabajan principalmente en la reparación y el mantenimiento de equipos médicos complejos.
	De otras disciplinas relacionadas (como técnicos electricistas o médicos, técnicos polivalentes)	Mantenimiento preventivo y reparación de equipos médicos menos complejos. Es importante que reciban capacitación especializada en dispositivos médicos de alto riesgo.
Proveedor externo	Ingeniero o técnico	Realiza el mantenimiento que no se puede realizar en la institución. Están especializados en un producto determinado y un campo específico.

Ilustración 11 Clasificación y funciones del personal técnico

3.3.3.2 Capacitación

La capacitación apropiada es esencial para la seguridad del paciente y del usuario, y tanto para el usuario como para el personal técnico.

Lectura de manuales de capacitación y de mantenimiento del equipo; el estudio de otros materiales de estudio provistos por el fabricante, el estudio de materiales proporcionados por terceros.

La capacitación personalizada a cargo de una persona con más experiencia en la organización. Un ejemplo puede ser un médico que enseñe a los técnicos de equipos biomédicos cómo funciona el dispositivo, o un técnico familiarizado con un dispositivo que oriente a los demás en términos de mantenimiento y funcionamiento; La participación del técnico en equipos biomédicos en una clase para enfermeras u otros usuarios, para aprender cómo funciona el equipo.

La invitación del departamento de ingeniería clínica a un instructor externo especializado, para que instruya al personal en el mantenimiento determinado del equipo.

3.3.3.3 Proveedores externos

A menudo el personal del establecimiento sanitario no puede realizar todas las tareas de mantenimiento. En estos casos a veces es preciso recurrir a proveedores externos para que realicen una proporción considerable del trabajo.

Muchos fabricantes ofrecen servicios de mantenimiento periódico y no programado para los equipos que fabrican. Algunos también ofrecen servicios de mantenimiento para equipos de otros fabricantes, que a veces abarcan todos los dispositivos médicos de un establecimiento sanitario. Las organizaciones independientes de servicio pueden ser de diferentes tamaños; algunas se especializan en un tipo definido de equipo y otras ofrecen mantenimiento para una amplia gama.

Una vez establecido el acuerdo, es esencial supervisar el desempeño del proveedor externo. Esto es necesario para asegurarse de que se cumplen los términos del contrato y de que la organización recibe el servicio que necesita. Todas las actividades de mantenimiento que realizan los proveedores externos y los costos asociados con ellas también se deben registrar (por ejemplo en el sistema computarizado de gestión si se dispone de uno) y examinar periódicamente.

3.3.3.4 Riesgos

El mal funcionamiento, las instalaciones y situaciones relacionadas con el equipo pueden representar un riesgo para el paciente, el cual ya atraviesa una situación complicada al estar anestesiado y tener una cirugía en curso, también afecta e involucra a todo el personal que tenga contacto directo con el sistema de anestesia.

- **Tipos**

- **Biológicos:** La manipulación de los componentes externos e internos del equipo médico, puede representar un riesgo infeccioso al tener contacto directo con él, principalmente sino se tiene la precaución y la asepsia adecuada, ya que sin darse cuenta se puede entrar en contacto con fluidos y secreciones que puedan representar un peligro para la salud, no solo para el paciente sino también para el usuario del equipo médico. La asepsia en el equipo médico debe ser un procedimiento obligatorio, recurrente y correcto, se debe tener la atención de usar el producto y el procedimiento adecuado, que ayude a evitar la propagación de algún agente biológico, y que no dañe al equipo en el proceso.
- **De operación:** La capacitación del personal es un factor importante para el uso correcto del equipo. La falta de esta o de destreza a un modelo en particular, puede producir la selección errónea de parámetros importantes, como la ventilación mecánica o el llenado de un vaporizador con el agente incorrecto, el mal funcionamiento de guarda hipóxica, inadecuado cambio de la cal sodada del canister, etc., comprometiendo la salud y la integridad del paciente.
- **Mecánicos:** Las desconexiones accidentales de tubos de conducción de gases que unen al paciente con la máquina de anestesia, provocan que el circuito de paciente quede abierto y que algún proceso no sea realizado, es decir, que se ve afectada la administración y desecho de gases del paciente durante la anestesia. La interrupción de la alimentación a la máquina igualmente representa la suspensión de la asistencia al paciente, este problema se minimiza en máquinas con batería interconstruida o en su caso, en el uso del UPS.

Otros acontecimientos accidentales pueden ser el movimiento de los mandos de control, el desplazamiento e impacto del equipo y el daño de las mangueras de suministro de gases. Este tipo de errores, de carácter humano, pueden disminuirse con disciplina y la precaución del personal médico, lo cual, puede lograrse haciendo uso de las normas de señalización, claves de color, conectores específicos de cada gas, etc.

- **Ambientales:** El uso de gases y vapores pueden representar un peligro para el paciente, y el personal médico. Entre ellos se encuentran los gases de los vapores anestésicos, O₂ y el N₂O, estos dos últimos, a pesar de no ser peligrosos en sí, si avivan la combustión.
- **Eléctricos:** Es el choque eléctrico por corrientes de fuga de los dispositivos médicos de monitoreo y registro que pueden producir daños severos al paciente que está en contacto directo con ellos. Por este motivo, es necesario que estos equipos tengan un suministro eléctrico con contactos polarizados de grado hospitalario y con tierra física. Estas medidas ayudan a reducir daños al paciente durante la monitorización, los cuales pueden perjudicar su salud, provocar una lesión, hacer un cambio en el funcionamiento normal del cuerpo o provocar la muerte del mismo.

3.3.3.5 Comprobación Cotidiana

Es de carácter obligatorio hacer la revisión cotidiana antes de cualquier acto anestésico, independientemente del tipo de anestesia que vaya a aplicarse, sea general o regional, sin importar que previamente se haya empleado con éxito para otro paciente; dadas principalmente por la base de una rutina de revisión diaria del equipo, establecida por diferentes pasos específicos a conseguir.

- Presión de los gases en los manómetros de entrada al quirófano.
- Conexiones entre las mangueras de entrada de gases y las del sistema de anestesia.
- Presión de los gases en los manómetros del tablero frontal del sistema de anestesia.
- Llaves de los flujómetro y el flujo de cada gas.
- Sistema de protección contra mezcla hipóxica.
- Posición y conexión de los vaporizadores.
- Sistema de protección contra la administración simultánea de agentes anestésicos.

- Nivel líquido de cada agente anestésico dentro del vaporizador.
- Funcionamiento de la válvula de aporte rápido oxígeno (flush).
- Conexión hermética de las mangueras en sus dos extremos.

- Sensor de oxígeno.
- Válvulas unidireccionales ensambladas correctamente.

- Mangueras, conexión en Y, codo, línea de muestra del capnógrafo y bolsa reservorio en el circuito del paciente.
- Válvula de sobrepresión
- Estado del canister, de la cal sodada y de la válvula de drenaje de agua.
- Hermetismo y patencia del circuito.
- Funcionamiento neumático, electrónico y de las alarmas de todos los subsistemas.
- Conexión adecuada de la manguera de escape de gases en sus dos extremos.

3.3.3.6 Mantenimiento Preventivo

Es el procedimiento que se realiza de forma programada y periódica, su principal objetivo es minimizar las posibilidades de riesgo y fallas de los equipos, asegurar la operación continua de los mismos, aumentar la seguridad y eficiencia del equipo, disminuir riesgos y eventuales problemas, brindar mayor productividad y confiabilidad, logrando extender y mejorar la vida útil del equipo.

Entre los procedimientos que pueden estar incluidos en el proceso del mantenimiento preventivo está la limpieza, ajuste, calibración, lubricación, el reemplazo de piezas y partes. Este mantenimiento preventivo no excluye la inspección diaria del equipo, debe de tener por lo menos, programada una revisión completa cada seis meses.

➤ Inspección física

Se realiza una inspección visual general para encontrar daños obvios, componentes dañados y el estado de las conexiones eléctricas y neumáticas. La rutina se establece en un orden de patrón generalizado tal como:

- **Chasis:** Examinación del exterior del equipo, limpieza y las condiciones físicas generales.
- **Montajes y apoyos:** Asegurar la estabilidad del equipo que se encuentre montado sobre una superficie o carro de transporte.
- **Frenos:** Revisar obstrucciones producidas por acumulación de hilos o suciedades en las ruedas. Asegurar un movimiento suave. Correcto funcionamiento de los frenos.
- **Enchufe y base de enchufe:** Examinar daños en el enchufe de red. Mover las clavijas para determinar si son seguras. Examinar el enchufe y su base para determinar que no falta ningún tornillo, que no está el plástico roto y que no hay indicios de peligro.
- **Cable de alimentación:** Inspeccionar posibles daños y remplazarlo por uno nuevo si es el caso.
- **Interruptores y fusibles:** Si el equipo tiene un interruptor de corriente, revisarlo y ver que se mueve con facilidad. Si el equipo está protegido por un fusible externo, revisar su valor y modelo de acuerdo con la placa de características colocada sobre el chasis, y asegurarse que existe uno de repuesto.
- **Tubos y mangueras:** Revisar las condiciones y conexiones. Examinar su buen estado y verificar que no hay fugas.
- **Tomas de gas:** Examinar conectores de las tomas de gas para los gases respiratorios. Verificar que el rótulo indicador del nombre del gas es usado donde corresponde: respirador, manguera, toma de gas de la manguera, toma de gas de la pared.
- **Controles y teclas:** Examinar condiciones físicas, como montaje seguro y movimientos correctos. Verificar que los mandos de control no han resbalado sobre sus ejes, revisar límites de fijado. En las teclas de membrana, revisar daños por uñas, marcas de bolígrafo, etc. Asegurarse que las teclas y mandos de control funcionen de acuerdo con su función.

- **Sensores y transductores:** Comprobar la existencia de todos los sensores y transductores del sistema de anestesia y monitoreo. Verificar su funcionamiento.
- **Filtros:** Revisar condiciones de los filtros de los gases respiratorios. Verificar que no existen indicadores de residuos corrosivos, líquidos, gases, o partículas sólidas contaminantes en la fuente de gas. Limpiar los filtros o reemplazarlos si fuera necesario.
- **Vaporizadores:** Comprobar exactitud de la administración de concentraciones requeridas de agente anestésicos.
- **Ventilador:** Revisar condiciones físicas y el buen funcionamiento.
- **Baterías y su cargador:** Inspeccionar condiciones físicas de las baterías y de los conectores. Verificar el funcionamiento del indicador de batería, así como la alarma de batería baja.
- **Indicadores y despliegues:** Confirmar el funcionamiento de todas las luces, indicadores y pantallas de visualización de la unidad
- **Etiquetas, tarjetas de instrucciones y tablas de conversiones:** Inspeccionar la presencia y legibilidad de placas de características, etiquetas de advertencia, caracteres de conversión, tarjetas de instrucciones.
- **Accesorios:** Se debe garantizar la existencia y buen estado de todos los accesorios necesarios para la aplicación, monitorización y uso del sistema de anestesia, los cuales deberán ser compatibles con la marca y modelo del equipo.

➤ **Verificación de Parámetros**

Esta prueba trata de la verificación de la similitud de los valores seleccionados con los valores reales, las funciones de monitoreo y alarmas. Las alarmas son evaluadas de acuerdo a la activación visual y audible de estas; el despliegue de mensajes correctos en la pantalla, función para silenciar, tiempo que tarda automáticamente en activarse de nuevo y la selección correcta de intensidad, forman parte del mantenimiento preventivo.

Se realiza una rutina para la realización de la prueba de sistemas de verificación de parámetros en base a.

- **Presión máxima:** Se realizan pruebas con diferentes valores seleccionados y el valor alcanzado ha de ser igual al seleccionado.

- **Liberación de la válvula de sobrepresión:** Se selecciona el máximo valor de $P_{m\acute{a}x}$ y la presión en válvula de descarga $\ll P_{m\acute{a}x}$. Se verifica que el valor real alcance al valor seleccionado.
- **Alarmas de desconexión de paciente:** Se desconecta la pieza en Y, y se verifica la activación de la alarma de Presión Baja y Apnea.
- **Concentración de oxígeno:** Se verifica que el valor en pantalla sea igual al valor seleccionado.
- **Alarma de límite bajo de FiO_2 :** La concentración de O_2 , se coloca en límites de concentración alta y concentración baja, se verifica la activación de las alarmas.
- **Concentración de agente anestésico (valor seleccionado = valor real):** Se verifica que el valor en pantalla sea igual al valor seleccionado en el vaporizador.
- **Alarma de desconexión del suministro de oxígeno:** Se realiza la desconexión del O_2 de la toma centralizada, toma de pared, y se verifica la activación de alarma de desconexión de O_2 .
- **Alarma de falla en el suministro de energía eléctrica:** Se desconecta la toma de red de la pared (no el interruptor) y se verifica la activación de alarma.

Alrededor del 50% al 70% de los incidentes en los sistemas de anestesia están relacionados con:

- Error de ensamblaje
- Suspensión de alarmas
- Conexiones equivocadas
- Incorrecta selección de parámetros de uso
- Programación incorrecta
- Falla en el monitoreo

La verificación de los parámetros son inspeccionados por su exactitud, generalmente $\pm 10\%$ de tolerancia y siempre de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

➤ Seguridad eléctrica

Las pruebas de seguridad eléctrica se realizan para verificar que el equipo está correlacionado con las regulaciones y requerimientos de seguridad establecidos. Para dicha tarea se hace uso de herramientas o de un equipo para la comprobación del sistema de anestesia. Dichas mediciones deben ser capturadas y comparadas con registros anteriores, con el fin de detectar cambios y poner en marcha una acción para corregirlo. como finalidad disminuir acontecimientos peligrosos al paciente que es apoyado con equipo médico, para ello junto con la inspección física y cuantitativa, el sistema de anestesia tendrá que pasar una serie de pruebas que manifiesten su manejo seguro en el aspecto eléctrico, con el propósito de garantizar la conservación de la salud del paciente, el médico y del entorno. Por lo tanto y en general, el equipo médico es sometido a pruebas que permitan determinar si el aparato cumple con los valores máximos de voltaje, corriente y resistencia.

Tiene como objetivo controlar la presencia de pequeñas corrientes que puedan causar shocks eléctricos, por ejemplo, un micro shock es el resultado producido por una pequeña corriente que llega o pasa cerca del corazón, el cual, puede producir en el paciente una fibrilación ventricular, causando la muerte o daños cerebrales irreversibles si no es atendido rápidamente. Por su parte los macro shocks son el resultado del paso de corrientes relativamente grandes a través del cuerpo humano, por ejemplo, cuando se hace contacto con los cables de alimentación del equipo, puede producir quemaduras eléctricas, espasmos musculares, parálisis, problemas respiratorios, fibrilación ventricular, etc. Por consiguiente, se han fijado límites de corriente eléctrica a medida de los valores admitidos por el cuerpo humano, con el fin establecer rangos admisibles y seguros.

➤ Limpieza y simulación

El personal encargado del mantenimiento preventivo necesita insumos de limpieza para equipos electrónicos, eléctricos y mecánicos; además de conectores, tornillos, lubricantes, etc. Es importante hacer caso de las recomendaciones del fabricante e instrucciones del manual.

El uso de equipo simulador hace posible la comprobación del equipo médico; dando así la verificación de que todos los parámetros a los cuales se les realizo un mantenimiento mantengan su funcionalidad y sus condiciones en los valores establecidos.

➤ **Documentación**

Se refiere a la información y documentación que manifiesta y avala la ejecución del servicio prestado al sistema de anestesia, es donde se indica para cada equipo; se establece todo lo establecido a cada equipo de forma individual y específica según lo realizado.

- Marca, modelo, número de serie, número de inventario, ubicación, etc.
- Información de la empresa y/o del prestador del servicio
- Periodicidad en que se realiza el servicio
- Tipo de mantenimiento
- Fecha en que se realizó el servicio
- Descripción del proceso realizado al equipo
- Estado en que se entrega el equipo
- Refacciones o accesorios cambiados o entregados
- Observaciones y recomendaciones realizadas por el prestador del servicio
- Firmas del: prestador del servicio, operador y del responsable del equipo.

3.3.3.7 Mantenimiento Correctivo

Es el proceso en el cual se pretende reparar o restaurar el estado y funcionamiento correcto y seguro del equipo. No se planifica, se lleva a cabo cuando es necesario y el equipo presenta fallas. La solicitud del mantenimiento correctivo, es exclusivamente requerida por el hospital. El servicio es prestado por personal calificado y especializado, el cual deberá atender al equipo en cuestión, lo más pronto posible.

4. METODOLOGIA

La finalidad del proyecto es dar a conocer lo aprendido en el ciclo de pasantías en la Clínica Palermo, dando un enfoque específico en la parte de anestesia y mencionando las diferentes actividades realizadas en campos relacionados a la parte de mantenimiento y teniendo como base las capacitaciones en los distintos equipos.

Primeramente se desarrolló un planteamiento en base a la máquina de anestesia, teniendo en cuenta los conceptos de anestesia, y las partes de la máquina de manera funcional particularmente, para así comprender la conjunción de todas las partes en un solo sistema.

Dicho esto se realizó una cronología de las diferentes actividades realizadas durante el periodo de pasantías, dando pautas específicas de lo desarrollado en el mismo.

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Ciclo I	X	X	X		
Ciclo II			X	X	X

5. RESULTADOS

En el transcurso de tiempo en el proceso de realización de las pasantías en la Clínica Palermo, en los periodos de Septiembre/2015 a Enero/2016; se logró adquirir conocimientos en la parte biomédica, enfocándome principalmente en parte de mantenimiento de diferentes características dependiendo de la complejidad del mismo y del tiempo de experiencia que se llevara en el lugar.

En prosecución se dividirán las diferentes actividades en ciclos para observar más detalladamente sus resultados.

CICLO I

En el inicio de las pasantías desarrolle Mantenimientos Preventivos y Correctivos respectivamente con un técnico biomédico a cargo, de diferentes dispositivos de bajo riesgo e intervenirlos de la manera más eficaz y eficientemente posible para así poder dejar nuevamente en el servicio.

Adicionalmente se realizó labores administrativas, en las cuales desarrollaba el proceso de documentación de reportes de los diferentes Procedimientos realizados a cada equipo, el inventario de los distintos equipos que se encontraban en las instalaciones del hospital.

Entre estos dispositivos se encontraban las camillas de los diferentes servicios, en las cuales mi labor era, el corroborar su funcionamiento, realizarle mantenimiento a sus frenos, sus anclajes en ruedas, la parte hidráulica que permitiera un funcionamiento óptimo, colocar y asegurar los diferentes elementos de seguridad, como los cinturones en la parte superior e inferior, realizar pruebas de simulación, para asegurar su óptima calidad en el servicio.

Se realizó mantenimientos tanto preventivos como correctivos a las diferentes camas hospitalarias dentro del centro sanitario, verificando así su estado electrónico, como el hidráulico, y realizando verificación y arreglo de sus controles de movimiento; se realizó mantenimientos a los diferentes motores que permiten la tracción de la misma.



Ilustración 12 Cama Hill Rom



Ilustración 13 Sistema Mecanica Cama Hospitalaria

También se realizó mantenimientos a diferentes succionadores de piso que se encontraban en el servicio, y los cuales llevaban un tiempo considerable sin revisión alguna, principalmente se realiza una inspección física en el cual se anota las diferentes características con las cuales se recibe el equipo; después de ello procedemos a desmontarlo completamente usando todos los elementos de protección debidamente, y realizar desinfección y limpieza, se revisa manómetro, viela, flippers, después de ello se procedió a llevarlo al departamento de mantenimiento para pintura, se realizan pruebas de funcionamiento, se realiza reporte de todo el procedimiento que se llevó a cabo y por último se realiza la entrega a su respectivo servicio.



Ilustración 14 Succionador de piso



Ilustración 15 Succionador Thomas

CICLO II

En los últimos meses se realizó mantenimiento a equipos de un poco más de complejidad así como lo fueron los desfibriladores, máquinas de anestesia que es el énfasis en este trabajo y diferentes monitores de signos.

En la parte de los desfibriladores se realizaba la prueba diaria de funcionamiento, se realizaban mantenimientos a sus palas, se verificaba su test de funcionamiento, el cual daba como resultado un análisis general del equipo.



Ilustración 16 Palas del Desfibrilador



Ilustración 17 Desfibrilador Phillips

En la finalización del proceso de las pasantías, se realizaba la verificación de las máquinas de anestesia, en compañía de un técnico biomédico encargado, en donde procedíamos a realizar inspecciones físicas de la máquina, comprobación de conexiones eléctricas como conexiones de los suministros de aire, verificación de los flujómetros y reguladores, comprobación de que vaporizadores se encontraran en la posición correcta, pruebas de fuga, se cambiaba regularmente la absorción de CO₂. Y en el momento de realizar el mantenimiento respectivo a cada máquina, procedimos a desarmarla completamente, limpiarla pieza por pieza, llevarla a un estado de limpieza y desinfección y luego procedimos a llevarla a la central de esterilización.

6. CONCLUSIONES

- En base al tiempo de realización de las pasantías, se pudo observar el desarrollo en un ámbito sanitario en base al desempeño de un Ingeniero Biomédico y su relación en forma directa en la responsabilidad del equipo a tratar.
- Se observó un desempeño enfocado a la parte laboral en el campo biomédico, teniendo como bases las informaciones teórico-prácticas y la experiencia en el ámbito clínico.
- Se pudo observar los diferentes elementos de los cuales se compone una máquina de anestesia y su función específica en el ciclo anestésico, para la comprensión desde lo particular hasta llegar a la conceptualización general
- Como resultado del proceso de pasantía pude poner en práctica conocimientos adquiridos en la universidad así mismo entender los diferentes procesos que manejan en el departamento de ingeniería biomédica dentro de la clínica Palermo y que conllevan al mejoramiento en la prestación de sus servicios.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS

Branson RD. (2008). Modes of ventilator operation. MacIntyre NR, Branson RD, editores. Mechanical ventilation. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; p. 49-88.

Chatburn RL.(2006). Classification of mechanical ventilators. Tobin MJ, editor. Principles and practice of mechanical ventilation. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; p. 37-52.

Mancebo J.(2006). Assist-control ventilation. En: Tobin MJ, editor. Principles and practice of mechanical ventilation. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; p. 183-200.

Alexander JP et al.(1990). The Engström Elsa anaesthetic machine. Anaesthesia; p. 746-750

ELECTRONICAS

Judith A. Jones, MD (abril, 2012). Tipos de anestesia.
Disponible en: <http://kidshealth.org/es/teens/anesthesia-types-esp.html>

Sánchez C. Ana V. Guía de estudio para máquinas de anestesia y monitores de signos vitales. Disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4705/Gu%C3%ADa%20de%20estudio%20para%20m%C3%A1quinas%20de%20anestesia%20y%20monitor%20de%20signos%20vitales.pdf?sequence=1>

J.P. D'Este. (Noviembre, 2001). Vaporizadores.
Disponible en: <http://www.scartd.org/arxius/vaptxyfig.PDF>

Martina J.F HISTORIA DE LA ANESTESIA.
Disponible en: <http://www.csen.com/historia.pdf>

Dr. J. Lloréns Herrerías (abril, 2000). Ventiladores de anestesia.
Disponible en: <https://www.sedar.es/vieja/restringido/2000/agosto/5.pdf>

Marge medica books (Junio, 2010). Fundamentos de la ventilación mecánica.
Disponible en: <http://www.fundamentosventilacionmecanica.com/C6.html>

Barraza A. Eduardo (Julio, 1995) MAQUINAS PARA ANESTESIA.
Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAM5003.pdf>

Catalogación por la Biblioteca de la OMS (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos.

Disponible en:

<http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21566es/s21566es.pdf>

Villamizar P. Javier (2010). MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA.

Disponible en:

http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1871/2/610284V715dm_anexo.pdf

Velazco a. Ivette. Normas Legales a partir de la

Constitución Política Colombiana de Dispositivos Médicos. Disponible en:

[http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/Normatividad%20en%20Dispositivos%20Medicos%20\[Modo%20de%20compatibilidad\].pdf](http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20IIH/Normatividad%20en%20Dispositivos%20Medicos%20[Modo%20de%20compatibilidad].pdf)

MAQUINA DE ANESTESIA, disponible en:

file:///C:/Users/Personal/Downloads/Selecci_oacute_n_Abreviada_Menor_cuant_ia_cute_a_Ley_1150_de_2007_No_125_de_2012_FICHA_T_CNICA_008_M_QUINA_DE_ANESTESIA.pdf

ANEXOS

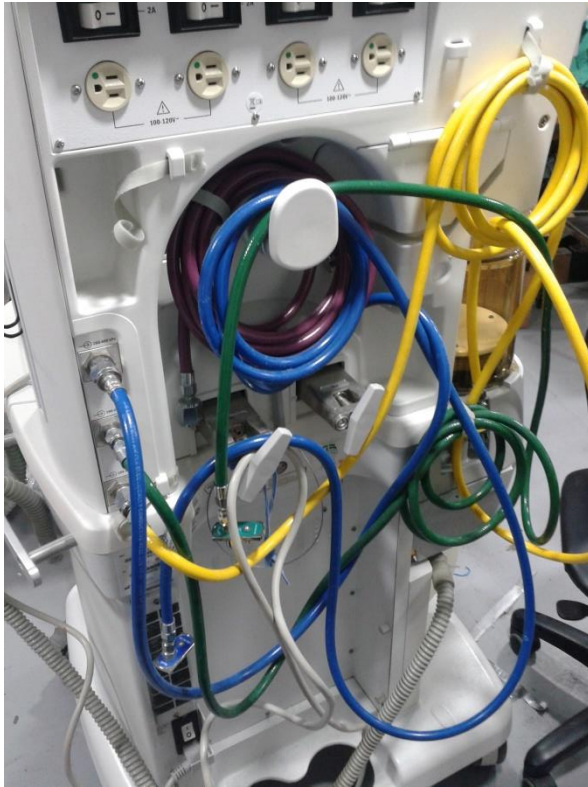


Ilustración 18 Suministro de gases (Practico)



Ilustración 19 Maquina de anestesia (Practico)



Ilustración 20 Filtros Ventilatorios (Practico)



Ilustración 21 Vaporizador (Practico)



Ilustración 22 Sistema Eléctrico (Practico)



Ilustración 23 Monitor de Parámetros (Practico)



Ilustración 24 Válvula APL y fase circuital del paciente (Practico)