

### MINIMIZAR LOS EFECTOS ADVERSOS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO EN LAS SALAS DE OPERACIONES

#### Introducción

La cantidad de intervenciones quirúrgicas que se realizan a diario en los Hospitales Nacionales de EsSalud, por especialidad y por nivel de complejidad requieren de un ambiente séptico por lo que el sistema de aire acondicionado debe contar con las características técnicas apropiadas para mantener la presión positiva, la humedad relativa al 55% y filtrado de aire de alta eficiencia, con toma de aire 100% exterior que no recircule, de esta manera se ha comprobado que se evitará la contaminación biológica del quirófano.

Actualmente el aire acondicionado es comúnmente conocido por proveer de ambientes confortables, pero en el terreno hospitalario debe de ir acorde con los avances y exigencias médicas, frutos de una constante reevaluación de las prácticas quirúrgicas.

El apropiado uso del aire acondicionado y su filtrado como veremos páginas más adelante, ayudan a la prevención de enfermedades.

Actualmente, se cuenta con dispositivos de distribución de aire que permiten la inyección de éste desde el cielo raso, con un movimiento descendente hacia las rejillas de extracción ubicadas en la pared opuesta, este patrón de movimiento de aire probablemente sea considerado como el más efectivo para mantener la concentración de contaminantes en niveles aceptables.



#### Diagnóstico Situacional

De los Hospitales Nacionales referidos en la Tabla N° 01, existen 61 quirófanos distribuidos en salas de operaciones de Emergencia y de programación electivas.

**Tabla 01: Cantidad de Sala de Operaciones en Hospitales Nacionales de EsSalud**

| HOSPITAL                       | CANTIDAD  |
|--------------------------------|-----------|
| Almanzor Aguinaga Asenjo       | 6         |
| Edgardo Rebagliati Martins     | 29        |
| Guillermo Almenara Irigoyen    | 18        |
| Carlos Alberto Seguin Escobedo | 8         |
| <b>Total General</b>           | <b>61</b> |

Fuente: PCOMAN

El número de intervenciones quirúrgicas por especialidad se ha elevado en los últimos años, haciendo uso frecuente de las salas quirúrgicas, aumentando el riesgo de contaminación biológica.

De la Tabla N° 02, confirman que las intervenciones electivas representan el 72% aproximadamente en comparación con las intervenciones en el área de emergencia.

Por complejidad y duración de cada intervención quirúrgica se exige un aire de alta calidad, cuyo flujo laminar esté totalmente filtrado y alrededor del paciente.

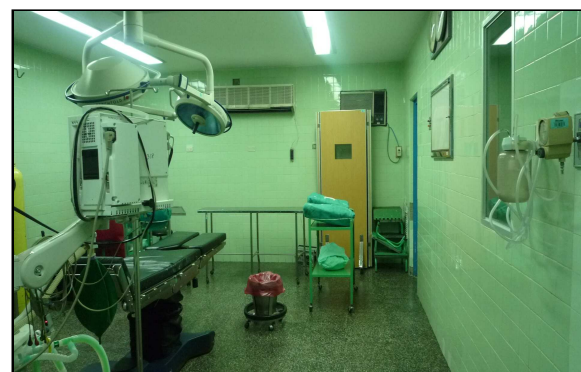
**Tabla N° 02: Producción Quirúrgica por Especialidad del Hospital Edgardo Rebagliati Martins**

| Especialidades                 | Años         |             |              |             |              |             |              |             |
|--------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|                                | 2006         |             | 2007         |             | 2008         |             | 2009         |             |
|                                | Electivas    | Emergencia  | Electivas    | Emergencia  | Electivas    | Emergencia  | Electivas    | Emergencia  |
| Nefrología                     | 517          | 0           | 568          | 16          | 514          | 4           | 473          | 1           |
| Oncología Ginecológica         | 950          | 5           | 942          | 5           | 1025         | 1           | 1173         | 2           |
| Cirugía Máxilo Facial          | 1388         | 40          | 1278         | 30          | 1647         | 14          | 1614         | 15          |
| Cirugía Tórax y Cardiovascular | 907          | 151         | 878          | 134         | 1021         | 87          | 974          | 69          |
| Cirugía General                | 2146         | 1755        | 3555         | 1719        | 3814         | 1825        | 3715         | 1848        |
| Cirugía Plástica               | 1061         | 9           | 1116         | 5           | 1320         | 10          | 1397         | 1           |
| Neurocirugía                   | 911          | 208         | 884          | 224         | 941          | 245         | 1086         | 331         |
| Oftalmología                   | 2518         | 15          | 2712         | 10          | 3266         | 10          | 3552         | 17          |
| Ortopedia y Traumatología      | 2916         | 83          | 3548         | 89          | 4513         | 57          | 4564         | 84          |
| Otorrinolaringología           | 922          | 3           | 997          | 6           | 911          | 1           | 832          | 1           |
| Urología                       | 1367         | 50          | 1670         | 35          | 2021         | 49          | 3058         | 50          |
| Ginecología                    | 950          | 11          | 1213         | 11          | 1253         | 13          | 1417         | 10          |
| Obstetricia                    | 969          | 4344        | 725          | 4813        | 741          | 5170        | 770          | 6385        |
| Cirugía Pediátrica             | 1767         | 688         | 2168         | 782         | 2422         | 880         | 2517         | 952         |
| <b>Total</b>                   | <b>19289</b> | <b>7362</b> | <b>22254</b> | <b>7879</b> | <b>25409</b> | <b>8366</b> | <b>27142</b> | <b>9766</b> |

Fuente: Unidad de Estadística-Of. de Gestión y Desarrollo-H.N.E.R.M

En tiempo de verano las condiciones ambientales suponen un mayor riesgo de contaminación.

Se ha detectado en algunas salas quirúrgicas, que el sistema de aire acondicionado no es el adecuado, porque es recirculado incumpliendo con varias normas tanto nacionales como internacionales, a nombrar **NFPA 90 A** (Instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación) y **UNE 20460-7-710 año 1998** (Locales de Uso Médico en Quirófanos), entre otros.



Esta experiencia nos mostró además que algunas salas de operaciones no cuentan con regulador de temperatura o en su defecto no funciona.

La exigencia de un sistema de aire acondicionado es que debe ser de flujo laminar y debe contar con una ventilación con presión positiva en las salas quirúrgicas.

La existencia de ventanas recubiertas y aisladas inadecuadamente, puertas dañadas, propician pérdida de calor y mayor consumo energético.

### Efectos Adversos del Aire Acondicionado

El mal funcionamiento del sistema de aire acondicionado y el ineficiente filtrado de aire, puede crear focos de contaminación o la disminución de la humedad relativa a parámetros menores del permitido originando riesgos de choque eléctrico.

### Infección bacterial

Originados por bacterias altamente infecciosas que son transportadas con o sin aire como por ejemplo las *Mycobacterium tuberculosis* y la *Legionella Pneumophila* g. Se ha demostrado que el 99.9 % de las bacterias presentes en un hospital son removidas con filtros de 90% a 99.97% de eficiencia.

Esto es porque las bacterias típicamente se agrupan en unidades de un tamaño mayor a una micra. Algunas autoridades recomiendan el uso de filtros de alta eficiencia de particulado (HEPA) que cumplan con el test DOP (Diocetyl Phthalate) para una eficiencia de filtrado de 99.97 %.

### 1.- Gérmenes en el Aire del Quirófano Contaminación Ambiental:

La cantidad de partículas portadoras de bacterias patógenas que hay en los quirófanos es bien pequeña cuando se cumple con las exigencias técnicas. Pero aun es responsable de ese 4% de infecciones en heridas limpias, el cual es todavía muy difícil de bajar.

Los microorganismos aerotransportados tales como bacterias, virus y esporas de hongos presentan un reto a los ingenieros y personal de mantenimiento de un hospital.

La característica física más importante para clasificar los microorganismos

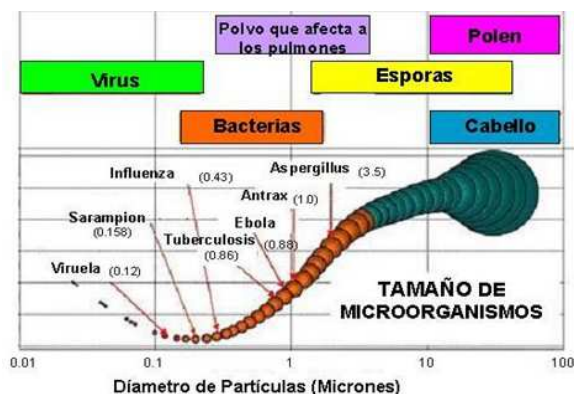
aerotransportados es su tamaño, ya que impactará directamente en la eficiencia de la filtración.

|  Esporas de Hongos |  Bacterias |  Virus |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se genera en el exterior como en el interior                                                        | Generalmente vienen de los humanos o animales                                                 | Los más pequeños de los microbios metabólicamente inertes                                 |
| Respirables: Aspergillus, Penicillium, Cladosporium etc.                                            |                                                                                               | Respirables: varicela influenza, morbillivirus, adenovirus etc.                           |
| Miden de 40 micrones                                                                                | Miden de 0.3 a 30 micrones pero el 99% mide 1 micra                                           | Miden de 0.01 a 0.3 micrones                                                              |
| Pueden vivir indefinidamente por lo que se recomienda usar filtros y lámparas UVC                   | Generalmente mueren por deshidratación en el filtro                                           | No tienden a viajar solos, lo hacen en una gota de saliva o polvo                         |
| Filtración: Mediana a alta                                                                          | Filtración: Alta eficiencia                                                                   | Filtración: HEPA (99.97% DOP)                                                             |

Dependiendo del área del hospital se requieren diferentes eficiencias de filtración, clasificadas por MERV (Valor Mínimo Reportado de Eficiencia- Estándar ASHRAE 52.2). Por ejemplo un quirófano ortopédico requiere una filtración MINIMA de un filtro MERV 8 en el primer banco de filtros y en el segundo banco de filtros y un filtro HEPA según el Handbook de Applications del ASHRAE.

El primer banco debe ser aguas arriba de los serpentines y el segundo banco aguas abajo del serpentín y ventilador.

El MERV 7, en la clasificación mínima, que sugieren diversas guías en hospitales para usarse como prefiltro. Las guías AIA y el ASHRAE sugieren un mínimo de dos bancos de filtración, sin embargo en la práctica generalmente se utiliza una triple etapa de filtración; prefiltro MERV 8 (ej. Plisado), filtro alta eficiencia MERV 14 (ej. Bolsa) y filtro 99.97% DOP (ej. HEPA).



## 2.- Gases anestésicos en el Aire del Quirófano

Durante la primera década de la historia de la anestesia, los gases utilizados durante los procedimientos anestésicos, eran liberados directamente al ambiente del quirófano, sin considerar los posibles efectos sobre la salud del personal asistencial que trabajaba.

En los años ochenta aparecieron en la literatura numerosos artículos respecto a la posible repercusión de los gases anestésicos residuales sobre la salud, y en los noventa la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) publicó una "alerta" recomendando el control de óxido nítrico durante la anestesia (en el núm. 94-100, de abril de 1994).

En general, el ambiente del quirófano se puede contaminar por los gases residuales y vapores anestésicos que se utilizan durante la anestesia, si el sistema de ventilación del quirófano no es adecuado, o no se dispone de un sistema de evacuación de gases (SEG) desde el equipo de anestesia hacia el exterior, o si dicho equipo funciona sin el ajuste específico al sistema de extracción de gases de cada quirófano. Ver Fig. 01.

Los agentes implicados en la contaminación de quirófano son los vapores de los anestésicos residuales halogenados, que se comportan como cualquier gas, y el gas óxido nítrico (por ello podemos referirnos al término gases residuales anestésicos incluyendo a ambos).

Como los gases residuales son volátiles es necesario el control de la humedad relativa,

donde esta no debe llegar a valores por debajo del 55% porque favorece a la electricidad estática corriendo el riesgo de choque eléctrico.

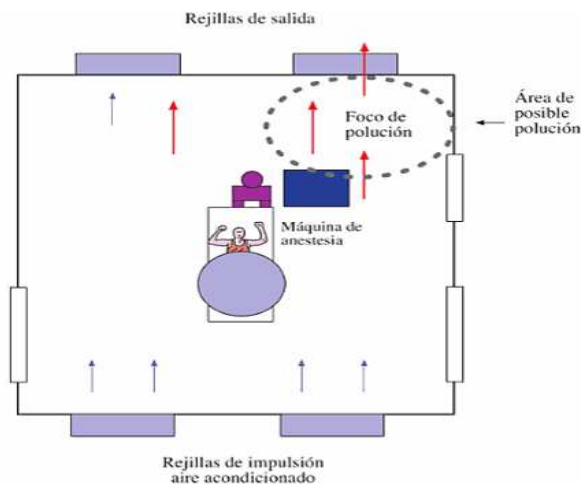


Fig.01, Disposición Ideal del Foco Contaminante, Buena Ventilación del Quirófano, los gases anestésicos pueden salir al exterior a través de la salida del aire acondicionado.

A través de los sistemas de extracción, también llamado sistema de desecho. Los SEG se clasifican en activos y pasivos, dependiendo de una aspiración activa o no, para favorecer la salida de gases residuales hacia el exterior. En el último caso, el ciclado del equipo de anestesia impulsa los gases residuales directamente a la atmósfera, a través de su conducto, sin válvula intermedia. En general, todo el conjunto del sistema de evacuación de gases (SEG) se divide en tres partes:

- El sistema de transferencia que recoge los gases espirados y/o el exceso de gases en el circuito del equipo de anestesia para enviarlo al sistema receptor.
- El sistema receptor de los gases espirados del paciente que está dotado de las condiciones físicas específicas para liberar las presiones sub atmosféricas o las presiones positivas que se pueden generar en el circuito, y se conectan con el sistema de desecho.
- El sistema de desecho o de extracción del aire, encargado de conducir los gases residuales hasta un lugar donde

deben descargarse apropiadamente en el exterior.

### 3.- Hongos y ácaros en techos y paredes debido a la humedad, originado por un sistema inadecuado de Aire del Quirófano.

Este problema se presenta:

- Cuando el sistema de ventilación es inadecuado o existe más de dos equipos de diferente tipo de carga o eficiencia que desencadena conflictos de presiones.
- Cuando hay un Programa de limpieza inadecuado que usualmente no considera limpieza de paredes y techos.
- Cuando hay un diseño ineficiente de las salas de operaciones aunado a una selección inadecuada del sistema de aire acondicionado.

Todos estos problemas originan la creación de microclimas que suelen generar moho en el techo o paredes debido al alto incremento de humedad.

#### Consideraciones del Sistema de Aire Acondicionado adecuado

#### Flujo Laminar

También llamado flujo aéreo ultralimpio, es un sistema especial de manejo de aire, que filtra, diluye y distribuye el aire.

La corriente de flujo laminar consiste en una corriente aérea de presión positiva, controlada y unidireccional. Desde un difusor en el techo, el aire limpio es enviado hacia abajo a alta velocidad, que va disminuyendo progresivamente a medida que el flujo se abre radialmente. La corriente controlada atrapa las partículas y los microorganismos (ver Fig. 02).

Es necesario evitar las entradas que producen chorros de aire, los cuales inundan a los cirujanos, y por otro lado producen turbulencias en las áreas críticas recirculando las partículas contaminantes.

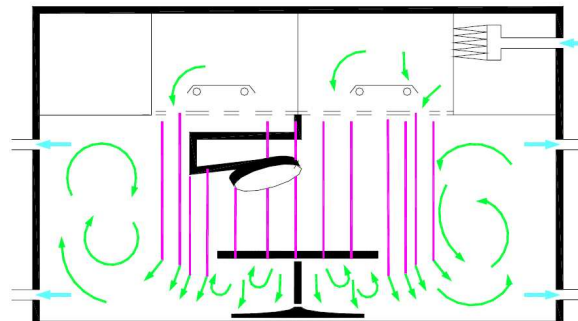


Fig. 02: Sistema de flujo laminar (clase I)

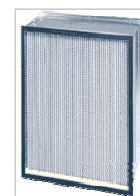
#### Temperatura y humedad

La temperatura del quirófano debe ser de 19° a 25°C independiente de la estación o clima. La humedad suele mantenerse a 55%. Considerando además que la humedad superior produce condensación mientras que la humedad menor favorece la electricidad estática o lo que conocemos como choque eléctrico.

#### Filtro de Alta Eficiencia

Los filtros HEPA quitan al menos un 99.97 % de partículas de 0,3 micrómetros y son generalmente más eficaces para partículas que son más grandes o ligeramente más pequeños.

Estos filtros se componen de fibras, compuestas de vidrio y con diámetros entre 0.2 y 0.5 micrones, entrelazadas de forma aleatoria y espaciadas entre sí más de 0.3 µm.



#### Luz Ultravioleta

El uso de la luz ultravioleta se ha incrementado para aplicaciones de control microbial. La luz germicida mata o inactiva a los microorganismos suspendidos en el aire previniendo la propagación de

enfermedades infecciosas causadas por bacterias (incluyendo TB, Legionella, Escherichia coli y Tos ferina) y virus (incluyendo, resfriados, gripe, sarampión y SARS) y hongos o moho.

La mejor ubicación para las luces UV es sobre el serpentín del evaporador. De esta forma se trata el aire interior y a la vez se mantiene el serpentín limpio. La humedad en el serpentín y en la bandeja de drenaje puede convertirse en un criadero de bacterias, esporas, virus, y otros contaminantes. Cuando no es posible ubicar la luz en el serpentín, se recomienda instalarla en el ducto de retorno después del filtro. En aplicaciones donde se requieran 2 luces debido a las dimensiones del área, se recomienda colocar una luz sobre el serpentín del evaporador y en el retorno.

### Presión Positiva



Fig. 03 Presión positiva en el quirófano

El aire debe ser expulsado desde los quirófanos hacia las zonas no estéril, extrayendo las partículas flotantes.

Para conseguir este objetivo, la instalación de aire acondicionado ha de estar calculada para obtener mayor presión en el quirófano. La diferencia de presión ha de ser como mínimo de cinco minibares entre cada zona,

es decir: dentro del quirófano habrá presión atmosférica más quince milibares, por ejemplo,  $(1030+15=1045\text{Mb})$ , en las zonas pre y post quirúrgicos será de presión atmosférica más 10 milibares  $(1030+10=1040\text{ Mb})$  y por último en la zona de entrada-salida de pacientes será de presión atmosférica más 5 milibares  $(1030+5=1035\text{ Mb})$

### Tecnología Propuesta

#### 1.0.- Acondicionador de aire dividido

Conformado por:

- Unidad condensadora
- Unidad evaporadora
  - o Fan & Coil
  - o Manejadora de aire, etc.

#### 1.1.- Fan Coil

Ventilador-Serpentín de tipo horizontal de tumbado enfriadas por agua, disponen de los siguientes controles como se observa en la fig. 04.

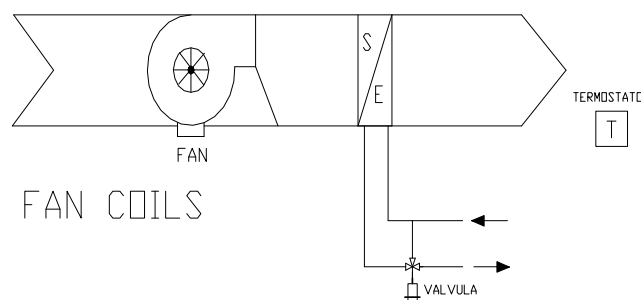


FIG. 04: Esquema de Control de Unidad Ventilador Serpentin (FAN COIL)

- ◆ Termostato (T)
- ◆ Válvula de tres vías para flujo de agua (Válvula).

#### 1.1.1.- Características de Aire tipo Splits Ductos

- Ideales para oficinas, salas de operaciones, auditorios, cines.
- Condensador con motoventilador axial de flujo vertical.

- Unidad evaporadora para conectarle ductos que distribuyan el aire acondicionado.
- Ventilador centrífugo de 3 velocidades.
- Desde 12,000 hasta 60,000 BTU/hr y desde 72,000 hasta 360,000 BTU/hr.
- Versiones frío solo y frío/calor con resistencias eléctricas.

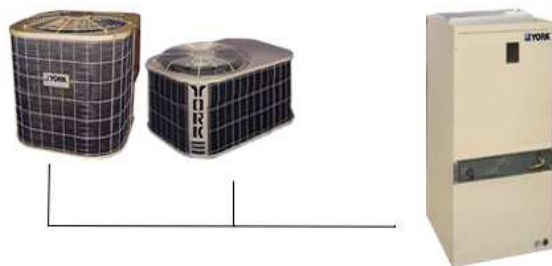


FIG. 05: Condensador, Compresor y Evaporador.

## 1.2.- Manejadoras de Aire de Volumen Constante

Las unidades manejadoras de aire de volumen constante disponen de ventiladores que se encuentran encendidas continuamente proveyendo un flujo de aire constante en el espacio acondicionado; si la unidad manejadora va a acondicionar varias áreas, éstas deben tener características de carga similares para lo cual la ubicación del sensor de temperatura de zona es esencial para un buen control. Estos equipos requieren el acondicionamiento de una máquina independiente para evitar la "contaminación" de otras áreas.

### 1.2.1.- Con Recalentador

Las unidades manejadoras de aire de volumen constante con recalentador son usadas en sistemas de acondicionamiento de aire cuando el control de humedad es muy importante como es el caso de quirófanos. Por ser un sistema de volumen constante éste es satisfactorio en espacios singulares o múltiples con características de carga similares.

Estos sistemas disponen de un evaporador donde circula agua helada la misma que enfría y deshumidifica el aire a la vez que cuentan con recalentadores para controlar la temperatura. Es necesario un sensor de temperatura y humedad de zona para ajustar

la temperatura del aire requerida para crear una condensación y así el suministro de aire sea lo suficientemente seco para mantener los niveles propicios de humedad en el espacio. En ocasiones las temperaturas están por debajo de lo requerido por lo cual se necesitan recalentadores que aumenten la temperatura sin que esto afecte a la cantidad de humedad del aire.

Los dispositivos de control necesarios para este tipo de unidades manejadoras se observan en la Fig. 06

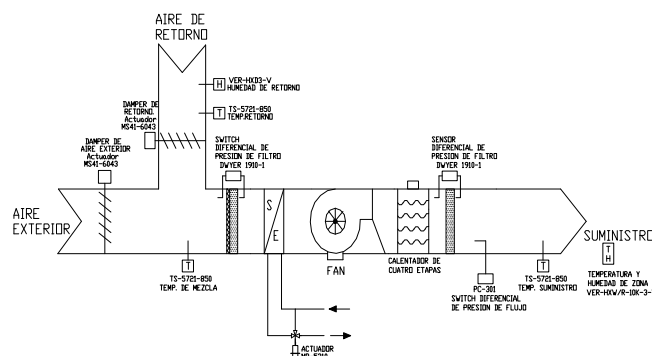


Fig. 06: Esquema de Control de Unidad Manejadora de Aire de Volumen Constante con Recalentador.

- ♦ Sensor de temperatura de zona y humedad
- ♦ Sensor de temperatura de suministro
- ♦ Sensor de temperatura de mezcla
- ♦ Sensor de temperatura de retorno
- ♦ Sensor de humedad de retorno
- ♦ Switch diferencial de presión de flujo
- ♦ Switch diferencial de presión de filtro
- ♦ Damper de retorno
- ♦ Damper de aire exterior
- ♦ Válvula de tres vías
- ♦ Calentador de cuatro etapas

## 2.0.- Acondicionadora de Aire tipo Paquete

Los Sistemas Centrales o integrales generalmente son instalados al nivel de piso o en azotea.

Tienen gran adaptabilidad a las distintas necesidades.

### 2.1.- Características de la unidad acondicionadora tipo paquete.

- Para conectarle ductos que distribuyan el aire dentro de los ambientes acondicionados.

- Serpentes de diseño exclusivo.
- Tuberías de cobre muy resistentes y con ranuras internas, aletas de aluminio.
- Evaporador con motoventilador centrífugo Ultrasilencioso.
- Condensador con motoventilador axial de elevada eficiencia.
- Diseño de flujo de aire que minimiza las turbulencias y los ruidos.
- Compresores recíprocos y tipo scroll.
- Todo el equipo está sometido por una sólida estructura metálica.
- Desde 60,000 BTU/hr a más.



Fig. 07: Suministrador de aire tipo paquete.

### Evolución de la Climatización en las Salas de Operaciones

La tendencia de las instalaciones de aire acondicionado son los techos filtrantes unidireccionales o “techos laminares”, esta tendencia deriva en niveles de calidad de aire superiores, cumpliendo en la zona quirúrgica con las características de la ISO 5, y en el resto de las salas con las características de la ISO 7, es decir 250 y 20 renovaciones horas respectivamente.

En lugar de la mezcla tradicional de aire estéril y aire interior que lentamente diluye la contaminación, se crea un pistón de aire

perfectamente estéril que desciende del techo unidireccional a baja velocidad sin crear turbulencias ni mezclarse con las partículas exteriores del núcleo aséptico.

De esta forma es posible garantizar, al menos dentro de esta zona, la ausencia de partículas en el aire.



Fig. 08: quirófano con sistema de flujo laminar clase I

### Posibilidades de recirculación.

El techo posee normalmente una zona neta de unos 10 m<sup>2</sup>. A una velocidad media de 0,26 m/s, se obtiene un volumen de 2,6 m<sup>3</sup>/s. En una hora se obtienen unos 9200 m<sup>3</sup>/h.

Esta gran cantidad de aire no puede proceder completamente del exterior y por ello es necesario recurrir a la recirculación para limitar la cantidad de aire exterior necesaria para disminuir la contaminación química de los gases anestésicos.

Las normas consienten la recirculación a condición de que se cumplan tres requisitos:

1. Se ha de efectuar en un solo quirófano, es decir, no es posible mezclar el aire de varios quirófanos.
2. El aire de recirculación se ha de filtrar, al menos en la segunda etapa y en la etapa terminal, con la misma eficacia que el aire exterior.
3. El ruido en el centro del quirófano no puede superar los 40 db.

Los techos poseen un sistema que garantiza la perfecta estanqueidad del banco filtrante mediante la depresión del espacio anexo a los filtros.

El plenum de chapa galvanizada se instala por encima de la superficie de los filtros para optimizar la distribución y homogeneizar el aire del acondicionador y de recirculación. El sistema de laminado del aire que hay debajo de la superficie de los filtros está formado por un tejido micro-perforado esterilizante. (Filtro absoluto).

El techo posee unas cortinas laterales, cuya parte inferior se encuentra a 2,1 m del suelo, que actúan como barrera lateral del aire pero no molestan al médico durante la intervención. Si no están instaladas, los estratos periféricos del flujo de aire se abren, el flujo pierde velocidad en la parte central y el efecto de pulsión de la contaminación endógena (paciente y equipo quirúrgico) se reduce. Estas cortinas de cristal estratificado proporcionan máxima seguridad anti-rotura sin obstaculizar la visión de los operadores.

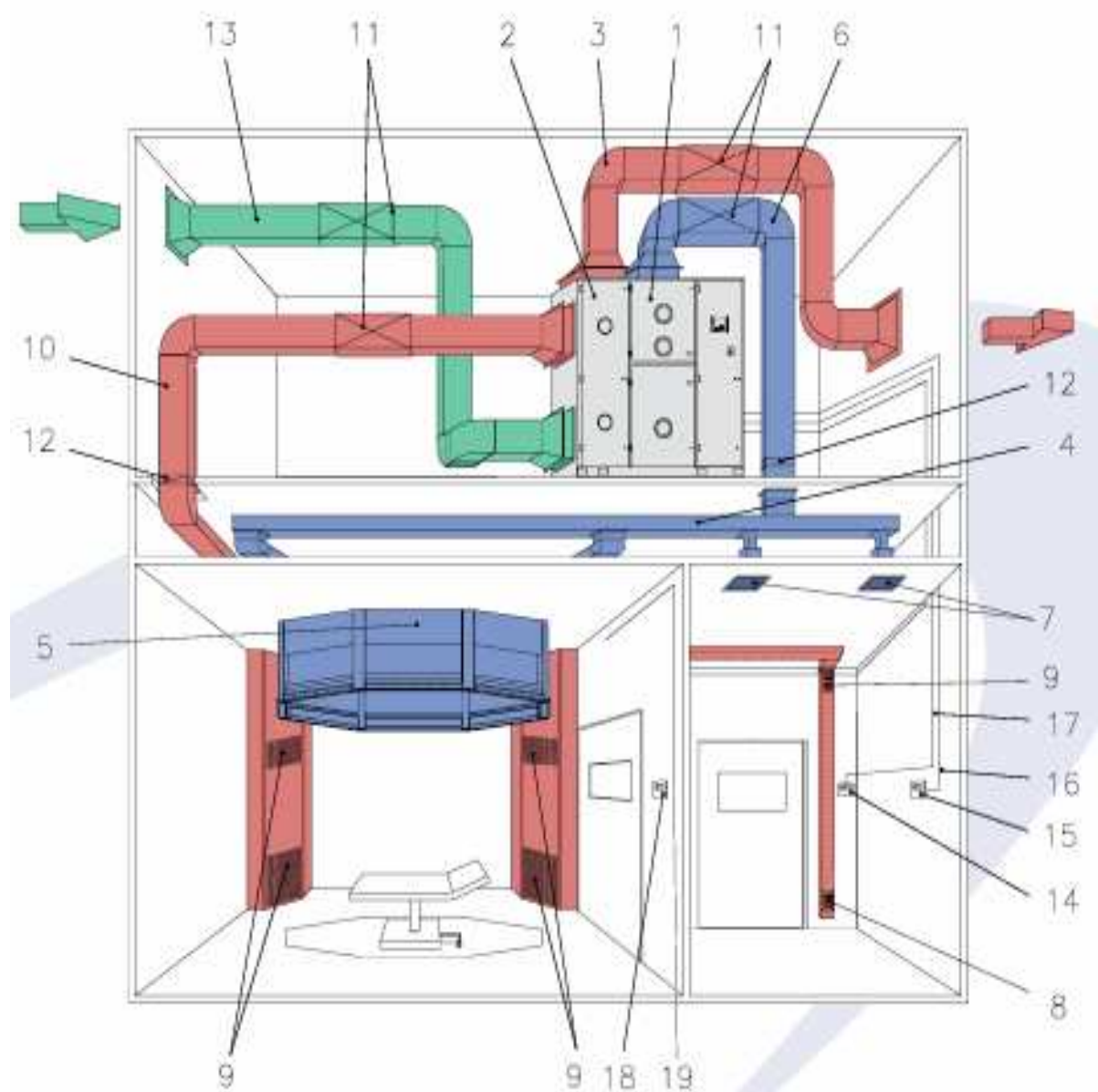
### Ventajas de la solución.

- Imposibilita el posible foco de contaminación virológica o bacteriana, no entran en contacto con la herida ni el instrumental quirúrgico, garantizando la máxima protección del paciente.
- Al contrario de la sobrepresión prevista en las instalaciones tradicionales, donde es imprescindible que las puertas estén cerradas, la sobrepresión dinámica del núcleo aséptico no depende de la apertura o cierre de las puertas y, por ello, asegura la protección continua de dicho núcleo.
- El “tiempo de recuperación” del quirófano es mucho más rápido. Esto significa que tras una operación, el tiempo que el sistema de acondicionamiento emplea para diluir la contaminación del aire ambiente, con el fin de restablecer la clase de calidad prevista, y limpiar el quirófano es

menor; por ello es posible optimizar los turnos de intervención.

- La difusión del aire sobre la superficie filtrante a baja velocidad y temperatura homogénea, tan sólo 2° C más baja que la temperatura ambiente, proporciona ambientes de trabajo mucho más confortables para los cirujanos que los de los sistemas de difusión turbulenta, caracterizados por flujos de aire frío a alta velocidad.





- 1.- Ventilador de impulsión
- 2.- Ventilador de retorno
- 3.- Conducto salida aire
- 4.- Batería eléctrica ó por agua de post-calefacción
- 5.- Techo filtrante unidireccional
- 6.- Conducto entrada aire (aislado exteriormente)
- 7.- Rejilla con filtro absoluto
- 8.- Toma inferior con filtro (G4)
- 9.- Toma superior con filtro (G4)
- 10.- Conducto de retorno

- 11.- Silenciador (tipo hospitalario)
- 12.- Puerta cortafuegos
- 13.- Conducto de toma aire exterior
- 14.- Presostato diferencial (opcional)
- 15.- Terminal para mando a distancia (opcional)
- 16.- Cable telefónico 6 hilos para terminal remoto (máx100 mt.)
- 17.- Cable apantallado para conexión a presostato diferencial (3 x 0,5 máx. 50 mt.)
- 18.- Sonda temperatura humedad opcional
- 19.- Cable para conexión de sonda temperatura

### Beneficios

El Aire Acondicionado para salas quirúrgicas aporta múltiples y variados beneficios a los pacientes, al personal asistencial a la gestión y sobre todo a los asegurados.

El Sistema de aire acondicionado seleccionando adecuadamente mejora la calidad de aire.

### Impacto Económico

- Reduce el consumo energético.
- Reduce el riesgo de contaminación biológica, que se traduce en gastos en los tratamientos a los pacientes infectados.
- Posible disminución de recursos para el Área de Mantenimiento.

### Impacto Ambiental

- Menor impacto negativo al medio ambiente con el uso de refrigerante ecológico

### Impacto Clínico

#### 1.- Paciente

- Mejora calidad del servicio.
- Atención segura, de calidad y cuasi-cero riesgo biológico.

#### 2.- Personal Médico

- Cuenta con confort.
- Disminuye riesgos de transpiración.
- Ambiente sin particulado, bacterias y virus.
- Reducción del estrés del personal médico.

### Conclusiones

- Evitar el uso de equipos de aire acondicionado como los Tipos Split Decorativo, Tipo Ventana, Tipo Paquete o Tipo Split para ductos con recirculación de aire en las salas, sin pasar por filtros de alta eficiencia.
- La tendencia actual es contar con techos filtrantes unidireccionales que inyecten flujo laminar para mantener la presión positiva, renovación de aire

100% exterior y control de temperatura.

- El sistema de aire acondicionado al tener humidificadores y deshumidificadores evita variantes de temperatura.
- El programa de limpieza del quirófano necesariamente debe incluir las paredes y el techo.

### Boletín Tecnológico

MINIMIZAR LOS EFECTOS ADVERSOS EN EL  
FUNCIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO EN  
LAS SALAS DE OPERACIONES DE ESSALUD

#### Boletín N° 37

#### Edición:

Sub Gerencia de Evaluación Tecnológica  
Gerencia de Planeamiento y Evaluación de  
Inversiones  
Oficina Central de Planificación y  
Desarrollo

#### Comité Editorial:

Dr. Víctor Manuel Espada Yuffra.  
Ing. Samamé Vega Julio César  
Ing. Percy Sánchez Fernández  
Ing. Jaime Baluarte Maticorena  
Ing. Max Bonilla Ruiz

Teléfono: 265-6000/Anexo 2026, 2405

*Se invita a las personas interesadas en  
difundir artículos tecnológicos, tenga a  
bien remitirlo a la siguiente dirección  
electrónica:*

[victor.espada@essalud.gob.pe](mailto:victor.espada@essalud.gob.pe)