

"El documento original se encuentra ilegible."

QUIRÓFANO SEGURO

- PARTE ARQUITECTÓNICA -

(Arq. Luis M. BENEDETTINI - M.M.O. Gustavo E. SOLLA)

1.-ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

Para una mejor comprensión de como ha ido evolucionando la seguridad en el quirófano, y a su vez preveer algunas de las fallas más frecuentes en la programación de los bloques quirúrgicos debida a la carencia de conocimientos históricos sobre sus orígenes, haremos a continuación una breve síntesis sobre los comienzos de las salas de operaciones.

Es sabido por todos que los primeros "cirujanos" fueron los barberos, por lo tanto los primeros quirófanos, obligadamente, fueron las barberías, o bien los locales de casas de familia dentro de los cuales estos improvisados desarrollaban sus trabajos. Recién durante el reinado de Luis XVI en Francia, se le presentó a éste el célebre informe elaborado por la Academia de Ciencia de Francia, en los años previos a la Revolución y que llevaba el nombre de informe "Rapport Tenon" en mérito al cirujano que lo redactara.

En este trabajo se especificaban las primeras condiciones que debía reunir un anfiteatro anatómico. Tanto es así que podemos leer: " la sala de operaciones debe estar embaldosada e iluminada con luz proveniente del norte, procediendo del alto y de costado. Las puertas serán anchas para permitir el paso de una camilla" (12). Hasta aquí, coincidente con las premisas actuales, salvo por la continuación: " se elevarán en todo el alrededor las gradas en anfiteatro para los alumnos. Delante de las gradas habrá una fuerte baranda de hierro, ya que el entusiasmo de los alumnos por ver operar, no debe significar una molestia para el que está operando."(4).

Sin métodos anestésicos perfeccionados, con desconocimiento de la asepsia y en un medio tan espantoso como pueden haber sido aquellas salas de operaciones, tienen asidero las palabras del cirujano James Y. Simpson (1811-1870) (12): " el hombre que yace sobre una mesa de operaciones corre más peligro de muerte que un soldado inglés en la batalla de Waterloo.".

A partir de la segunda mitad del siglo XIX la sala de operaciones sale de una especie de anonimato para entrar a configurar en el planteo hospitalario un organismo con características propias. La aplicación de sustancias anestésicas mas seguras a partir de 1842, las teorías antisépticas de Joseph Lister (1827-1912) (18), coincidentes con la construcción de grandes hospitales en Inglaterra, constituyeron en esa época los grandes progresos en cirugía y en el concepto de quirófano. La obtención de una asepsia mas rigurosa se obtuvo a partir de la fundación de la bacteriología moderna con las experiencias de Pasteur (1822-1894). Hacia fines de este siglo XIX, cien años después del "Rapport Tenon" se establecen las nuevas premisas para la construcción de quirófanos, las cuales con ligeras variantes, son totalmente actuales.

En los años finiseculares era propia la realización de pabellones separados. Es que la higiene moderna, en sus inicios, suponía la más esmerada introducción de una "frontera atmosférica" contra la propensión de los contagios de las llamadas "enfermedades de hospital". Aún persistían los conceptos por los cuales el aire era el portador de gérmenes patógenos, aunque Koch, con anterioridad, había enunciado y demostrado que las infecciones obedecían a una transmisión por contacto y no por aire. Otra de las desventajas para hacer inseguras las salas de operaciones, era el hecho de que no existían métodos eficientes de calefacción, iluminación artificial (gas natural, arco voltaico, etc.), ventilación forzada y los inconvenientes ocasionados por los grandes ventanales (limpieza, condensación). Todos estos puntos negativos recién pudieron solucionarse con la incorporación de luces artificiales confiables y más recientemente, con el aire acondicionado.

El bloque quirúrgico de 1946, proyectado por el Servicio Federal de la Salud de los Estados Unidos de América (12), es el inicio de la moderna arquitectura quirúrgica. Si bien planteaba soluciones hoy desechadas. Este partido contaba con una circulación central que enlazaba a todo lo largo los diferentes locales destinados a las intervenciones (depósitos, enfermería, lavado de manos, sanitarios, quirófanos, etc.). La circulación central única será abolida en las propuestas mas sofisticadas de los años venideros.

Todo cambio de actitud frente a un problema determinado obliga a recurrir a una especie de criticismo, base de análisis de esta problemática en estos últimos años, y por que no también finiseculares. Es por ello que las condiciones dentro de las cuales se debe desenvolver el proyecto de los quirófanos futuros están en paulatina y permanente complementación con las nuevas técnicas quirúrgicas y aparatológicas al servicio de los pacientes y profesionales. Estas premisas se desarrollarán a lo largo del presente trabajo.

2.-DEFINICION ACTUAL:

Definimos como bloque o grupo quirúrgico al conjunto de locales de cualquier uso o dimensión que se relacionen con las intervenciones quirúrgicas o que se destinen a ellas (locales de apoyo, depósitos, enfermerías, quirófanos, etc.) Suponemos a estos locales o áreas dentro de límites estrictos, con entradas y salidas perfectamente determinadas. Como condición aleatoria suponemos también que dentro de las fronteras de este grupo, se verifican condiciones de limpieza y asepsia diferenciadas del resto del hospital.

3.-RELACIONES FUNCIONALES Y CIRCULACIONES:

A los efectos de delimitar la amplitud del trabajo encarrado, hemos circunscripto la muestra, a las relaciones del bloque o grupo quirúrgico, y de sus partes, con el resto del hospital.

Las relaciones funcionales del bloque quirúrgico con el resto del establecimiento se definen a partir de la necesidad de contar con rápidos accesos a los servicios que más se relacionan con él. Esto quiere decir que las áreas de TERAPIA INTENSIVA CORONARIA Y GENERAL, MEDICINA DE URGENCIA Y ESTERILIZACION deben ubicarse en las cercanías de los quirófanos garantizando traslados ágiles y seguros, con medios alternativos (ascensores, escaleras y/o rampas) (12-15).

En lo respecta al bloque en sí mismo, la premisa fundamental es definir o establecer rutas de circulación de personal, pacientes, materiales, etc., que sean precisas, rectas y de amplitud suficiente para el paso de personas, carros y camillas. Se cuidarán los radios de las curvas para que no entorpezcan estos desplazamientos.

Si bien las circulaciones dependen del partido arquitectónico adoptado, conviene efectuar las mismas de forma tal que el sentido del tránsito sea en una sola dirección, para evitar desandar el camino efectuado con materiales y/o personas que contaminen áreas consideradas limpias. En el sentido inverso, o sea cuando el material sea limpio, evitar la contaminación al pasar por áreas consideradas sucias. Desde lo mas simple de tener un solo pasillo vinculante, hasta la adopción mas criteriosa de la doble circulación para los elementos usados, se deberán colocar las barreras arquitectónicas adecuadas para que dentro de lo posible se cumplan los sentidos de tránsito, a pesar de olvidos, malos hábitos o apuros.

En lo que respecta al quirófano propiamente dicho, este local recibe permanentemente abastecimientos de otras áreas tales como enfermería, laboratorios, esterilización, depósitos, etc. El ingreso al local deberá efectuarse por un solo lado con puertas del tipo vaiven, claramente señaladas como entrada limpia, procurando que la sistemática de trabajo cubra la mayoría de los imponderables, limitando el ingreso y egreso de personas durante el tiempo de la operación. Una vez finalizada la intervención, la salida de los materiales y personas deberá realizarse por una salida independiente o bien por la misma pero cumpliendo lo suerido precedentemente. Es claramente importante restringir la circulación de personas dentro del recinto (16).

4.-CONDICIONES AMBIENTALES:

Muchas pueden ser las alternativas que se englobarían dentro de este título. Para una mejor comprensión y detalle, se pueden dividir en los siguientes rubros:

- a) Acondicionamiento físico (muros, cielorrasos, pisos, etc.)
- b) Acondicionamiento ambiental (aire acondicionado, humedad ambiente, etc.)
- c) Acondicionamiento de infraestructura (instalación eléctrica, instalación contra incendios, sistemas de gases médicos, instalación de obras sanitarias, redes de agua fría y caliente)
- d) Sistema de recolección de residuos y materiales usados.

Todas estas opciones se compadecen a partir de la premisa fundamental de que dentro de los límites del área quirúrgica rigen condiciones higiénicas especiales, las cuales no son las usuales para el resto del hospital. Además damos por descontado que todas las prevenciones que se pudieran tomar para asegurar la asepsia en estos locales no tienen contrapartida en costos, ya que todo lo que se gaste en mantener la limpieza y los cuidados especiales, redundará en economías importantes que se notarán en otros servicios del hospital. Es bien sabido que los gastos que demandan los tratamientos de las infecciones originadas en los quirófanos, superan holgadamente los costos de instalación y mantenimiento de condiciones ambientales especiales. Además, los pacientes que ingresan al bloque quirúrgico, conllevan un riesgo físico y psíquico importante.

Antes de pasar al análisis de las condiciones físicas y ambientales que consideramos se deben tener en cuenta al proyectar y/o remodelar un quirófano en la actualidad, debemos hacer la salvedad que las premisas que se expondrán a continuación se relacionan con la realidad económica de nuestro país. Es por eso que salvo en casos extremadamente puntuales, como pueden ser los quirófanos superespecializados o para intervenciones de muy alta complejidad, las sugerencias son de índole general y aplicables para la mayoría de los locales operatorios dentro de un marco que relaciona los costos de instalación y mantenimiento, los beneficios eventuales y la accesibilidad a los equipos y materiales sin tener necesidad de importaciones costosas o hechas "por única vez" y que luego no tienen continuidad en el tiempo, lo que lleva a una degradación de las infraestructuras por la cantidad de añadidos, arreglos y falta de piezas de recambio originales.

De lo expuesto precedentemente podemos concluir que la premisa fundamental pasa por la elección de materiales y equipos que cumplan con las siguientes pautas:

- 1.- Que en lo posible sean de producción nacional, si ello no es posible, que tenga representantes en el país con acreditada responsabilidad.

2.- Que cumplan con las normas en vigencia en cuanto a estandarización, control de calidad, aprobadas por Organismos nacionales competentes.

3.- Que tengan una trayectoria y una permanencia en el mercado que asegure la provisión de repuestos y servicios de mantenimiento oficiales.

4.- Que ya hayan sido instalados y probados en condiciones e instalaciones similares, pudiendo recabar las informaciones pertinentes sobre el desempeño, tanto de los equipos como de sus representantes. Además una vez colocado y en funcionamiento la instalación se deberá exigir un tiempo de garantía que permita probar los elementos en todas las condiciones posibles, especialmente en las más desfavorables.

5.- Que, conjuntamente con la puesta en marcha de los elementos, se entregue al Servicio de Mantenimiento del hospital los manuales de servicio y despiece correspondientes.

A partir de lo expuesto, analizaremos a continuación las condicionantes ambientales más importantes que hacen a la seguridad dentro del quirófano y a sus locales adyacentes.

a) Acondicionamiento físico:

Como se pudo apreciar en el punto referido a la historia de los quirófanos, estos ambientes han pasado por casi todos los formatos y características a lo largo de su evolución (4). En la actualidad es casi universal el partido rectangular o cuadrado. Como característica más saliente del actual diseño podemos citar la total ausencia de ángulos vivos, salientes o nichos que entorpezcan la limpieza del mismo. Esto es válido particularmente para el encuentro de muros/-cielorrasos, piso/muros, muros/muros entre sí. En estos lugares se colocan piezas de terminación redondeadas o gargantas sanitarias de amplio radio de curvatura.

En lo que respecta a las mesadas colocadas dentro del local, se sugiere colocarlas de granito natural pulido de color oscuro y parejo, sin rebordes, buñas o pilares de apoyo.

Teniendo en cuenta las particularidades de los métodos de limpieza que se aplican dentro del área quirúrgica y en especial en el quirófano, todos los materiales a emplear en su construcción deben tener como característica esencial la durabilidad ante la acción de los agentes limpiadores como el hipoclorito de sodio, el glutaldehido, detergentes, etc.. Uniendo a este concepto la necesidad de simplificar el proyecto, actualmente se utilizan las pinturas epoxídicas para los muros y cielorrasos. Los pisos de granito reconstituido.

Un párrafo especial merecen las puertas de acceso y/o salida del bloque. Debido a la falta, casi permanente de personal de enfermería y camilleros, las hojas de las puertas reciben golpes y malos tratos porque son empujadas por camillas, carros, etc., es por ello que de la buena calidad de las carpinterías y de las protecciones metálicas o de fibra que tengan dependerá la duración de las placas o bisagras. No son recomendadas las puertas de aluminio, ya que por su misma construcción (perfilera) tienen multitud de ángulos, encastrés, etc. Además no son las que mas soportan el uso, perdiendo al poco tiempo su escuadra. Por otra parte, los mecanismos de cierre automático por medio de pistones hidráulicos de piso suelen perder efectividad por filtraciones de agua o lejía que afectan el mecanismo oxidando la caja y los ejes. Si bien la misma reflexión cabría hacerla para los brazos de cierre superiores, su mayor facilidad de mantenimiento o reposición los hacen mas aceptables.

b) Acondicionamiento ambiental:

La conveniencia de la climatización del bloque quirúrgico en general, y del local quirófano en particular en vista de la variedad y multitud de estudios realizados sobre el particular, nos exige de enumerar las extensas razones por las cuales este hecho, antiguamente visto como lujoso, hoy se ha convertido en indispensable. Para resumir las ventajas que este acondicionamiento brinda, baste decir que al adoptarlo se obtienen los siguientes beneficios inmediatos:

a) Reducción del riesgo de infección.

b) Control del grado higrométrico. Impide la desecación de los tejidos. Impide la producción de electricidad estática, que podría ocasionar la explosión del gas de anestesia.

c) Asegurar al máximo el confort del equipo quirúrgico.
(1)

Historicamente la calefacción del aire dentro del quirófano se lograba por medio de radiadores de hierro fundido calentados por agua o vapor. La refrigeración se lograba aumentando la altura de los cielorrasos.

Estos métodos rudimentarios todavía se pueden apreciar en algunos hospitales centenarios. Pero en la mayoría de los centros quirúrgicos actuales, en especial en países con gran desarrollo tecnológico, el acondicionamiento por medio de calefactores y/o enfriadores de aire tiene ya muchos años de vigencia, y por lo tanto, las variaciones posteriores mejoradas son de gran importancia con respecto al original. Estos sistemas, mucho mas avanzados tecnológicamente hablando, son los que analizaremos.

En general las condiciones ambientales que deben satisfacer los sistemas de acondicionamiento de aire del bloque quirúrgico son los siguientes:

1) Proveer dentro del quirófano un mínimo de 5/15 renovaciones del total del volumen de aire.

2) Establecer una humedad relativa de 50/55 % constante y variable a voluntad.

3) Establecer una temperatura constante y variable a voluntad durante todo el año de 20/25 grados Centígrados (con picos máximos y mínimos serán de acuerdo a las prestaciones de los equipos instalados).

4) Los equipos deben tener una capacidad tal, que sean capaces de proveer 100% de aire exterior climatizado y filtrado, sin tener necesidad de reciclaje del aire inyectado.

5) Los equipos, especialmente los forzadores y/o ventiladores, deben ser capaces de vencer la contrapresión producida por las etapas de filtrado del aire, previa a su inyección. Además la presión generada por estos debe ser suficiente para mantener una presión positiva mínima de 1 mm ca medido en cualquier sector del local.

6) Preventivamente se deben proyectar las instalaciones de forma tal que, por duplicación o sobredimensionamiento de las mismas se asegure la permanente asistencia de la ventilación forzada (2-10)

Expuestas las condiciones que deben cumplir los equipos e instalaciones, podemos concluir que si se verifican estas regulaciones, tendremos dentro del ámbito objeto de análisis, condiciones climatológicas pre-determinadas y constantes, hasta tanto se varíen los parámetros colocados por defecto.

Si bien lo expuesto precedentemente deja poco margen de maniobra a la hora de diseñar el sistema de aire acondicionado para el bloque quirúrgico, es conveniente expresar ciertas razones por las cuales, algunas variables a primera vista inmutables, se convierten en plenamente modificables.

Esto ocurre, por ejemplo cuando planteamos la necesidad de la inyección de 100% de aire exterior, sin reciclar ninguna proporción de aire tratado como ocurre en la mayoría de las instalaciones comerciales o domiciliarias importantes. El reciclaje del aire tratado, si bien ayuda a bajar los costos de la energía consumida, por otro lado haría elevar el costo de reposición de los filtros, con el agravante de que ciertos germes patógenos presentes en el aire reciclado en concentraciones mayores a las existentes en el aire exterior, no son detenidos por los filtros en una proporción deseable. Una de las condiciones es aquella que obliga a los equipos a proveer una presurización positiva dentro del bloque quirúrgico. Esta regla debe entenderse como que es necesario brindar distintos niveles de presurización desde la más importante dentro del quirófano, hasta la descompresión en los pasillos de salida de material contaminado. Es fundamental elaborar un diagrama de presiones dentro de un partido constructivo, veremos que el aire debe circular a partir de la sala de operaciones hacia el exterior. Llegado por medio de distintos cambios en las presiones de los pasillos de circulación(?).

Un tema especial dentro del cubro acondicionamiento de aire, lo agregamos las distintas etapas de filtrado. Dado el alto costo de los filtros de alta eficiencia HEPA (99.95% a 99.999%) es importante protegerlos de la menor manera posible. Es así que conviene instalar etapas de pre-filtrado o filtrado primario, compuestas de filtros tipo G1 (G1: 85-95% a 99.95%) para evitar la llegada al filtro HEPA de partículas de polvo, etc. Estos filtros debido a su bajo costo son altamente recomendables para instalarlos en la toma de aire ex-

terior y en la salida de la rejilla de contrapresión. Estas dos bocas deben estar situadas lo más alto posible en relación al suelo y se orientarán en el sentido que evite al máximo los vientos dominantes y las turbulencias. Como complemento a esta etapa primaria se colocarán las protecciones estáticas recomendadas por las reglas del arte (rejillas anti-pájaros, mosquiteros, etc.)(8).

El sistema de humidificación, como se dijo anteriormente, debe ser capaz de mantener por defecto una humedad relativa ambiente de 50/55%. Los controles de esta variable deben ser programados para que en ningún caso pueda disminuirse del 50% de grado higrométrico, mínimo para evitar riesgos de explosión de gases anestésicos y desecación de tejidos. Es comúnmente aceptado que el máximo para el confort se aproxima al 60% de humedad relativa. La humidificación puede realizarse por:

a) pulverización: en este caso debe llevarse a cabo antes de los filtros absolutos para retener los gérmenes que se puedan desarrollar en el agua. Con este sistema la duración de las instalaciones se reduce.

b) vapor de agua: consiste en inyectar vapor de agua. Así no reintroducimos ninguna impureza(1).

Como se dijo precedentemente mucha ha sido la variación de los sistemas de acondicionamiento. Además a medida que se desarrollaban nuevas técnicas quirúrgicas fueron cambiando las necesidades y las exigencias con respecto al aire acondicionado. Pasaremos, a continuación, revista a los sistemas más aceptados:

1) sistema tradicional: esta instalación cumple todos los requisitos de humedad, renovaciones horarias, pureza del aire, y confiabilidad. La ventaja fundamental de este sistema radica en el bajo costo inicial y de mantenimiento. El filtro HEPA colocado a la salida de la tubería de inyección es fácilmente removible. En lo que respecta a los inconvenientes debemos buscar los mayores dentro del rubro turbulencias y cantidad de renovaciones horarias. A mayor cantidad de renovaciones mayor es la velocidad del aire inyectado, consecuentemente aumentan en proporción directa las turbulencias producidas dentro de los locales. Estas manifestaciones adquieren particular importancia si el Área servida es un quirófano. Sin embargo el sistema de climatización

convencional es eficaz si lo comparamos con lo que sucede si no existe ningún tipo de ventilación en un quirófano.

2) sistema de flujo laminar: se creó para superar los inconvenientes que creaba el flujo turbulento. El principio consiste en insuflar aire a través de rejillas que orientan el flujo para formar laminas paralelas. Estas laminas se desplazan a velocidad constante (0.35/0.50 m/seg) y se rehacen después de haber chocado con un obstáculo, a una distancia igual a dos veces y media la amplitud del obstáculo. Las corrientes turbulentas se evitan gracias a velocidades de presión relativamente lentas (1-6).

El flujo laminar puede ser horizontal o vertical.

El flujo laminar horizontal puede ser parcial o total. En el primero de los casos, el aire es impulsado desde un panel cuyas dimensiones corresponden, más o menos, al área de evolución del equipo quirúrgico. Los flancos del panel están prolongados por cortinas transparentes suaves o rígidas cuya longitud abarca también la zona en la que se mueve el equipo quirúrgico. El aire es capturado por medio de espacios acondicionados entre las cortinas y la cara trasera del panel de impulsión. Este sistema horizontal cuenta con una variante que es inscribir la totalidad del panel de impulsión en una de las paredes del quirófano y recoger el aire en el muro opuesto. Las ventajas del flujo laminar horizontal es que evita la deposición de partículas y gérmenes sobre el campo operatorio, al producir un arrastre constante. Entre los inconvenientes, citaremos el hecho de que se invade como mínimo una de las paredes del quirófano (aparato de impulsión) y también que si los miembros del equipo quirúrgico proyectan su sombra sobre el campo operatorio, éste queda situado en una zona no laminarizada. La cantidad de aire renovado en estas dos variantes alcanza a 135 vol/hora para una sala de 100 m³ (1).

El flujo laminar vertical consta de un panel impulsor de aire colocado en el techo y la ventaja respecto a las anteriores variaciones consiste en que nadie puede situarse entre el flujo de aire y el campo operatorio. Los inconvenientes de este sistema lo constituyen la sombra que proyecta la lámpara quirúrgica y además existe la posibilidad de que las partículas emitidas por los miembros del equipo quirúrgico que trabajan directamente sobre la herida,

sean atraídas hacia ésta, por ello se recomienda el uso de escafandras. La cantidad de aire renovado de acuerdo a este método puede variar entre 150-500 vol./hora para un local de 100 m³.

Los estudios efectuados por O.M. Lidwell (8) sobre aerobiocontaminación de diferentes quirófanos que cuentan con flujo tradicional y otros con diferentes sistemas de flujo horizontal y vertical han demostrado que aquellos locales que cuentan con flujo laminar vertical con escafandras se contaminan con menos de 1 partícula que da nacimiento a una colonia por metro cúbico y en aquellos en que se utiliza sistema de aire tradicional turbulento se detectaron mas de 100 pnc./m³.

Siempre dentro de los sistemas de flujo laminar, existen diversos sub-tipos con variantes adecuadas a las diferentes especialidades quirúrgicas que allí se pueden desarrollar, es así que podemos mencionar como exponentes de estos dichos la cúpula de Charnley (flujo unidireccional), cúpula de Weber y techo de Allander. Todas estas instalaciones tienen como base los mismos principios del flujo laminar vertical y se diferencian entre sí por las diferentes posiciones de las cortinas, rejillas de salida o de impulsión.

Con respecto al llamado "sistema Joubert" podemos decir que es una instalación de reciente diseño y menos costosa que las descritas anteriormente. Aplica un flujo unidireccional vertical sobre una superficie de 12 m² que corresponde al área requerida por el equipo quirúrgico y la mesa de operaciones. Dado que la mayor concentración de gérmenes se verifica a nivel del campo operatorio este sistema concentra su climatización en esa zona. Aplica una tasa de renovación de 50 vol./hora, obteniendo un grado de aerobiocontaminación inferior a 5 pnc/m³ después de 30 min. de funcionamiento y posterior a una intensa contaminación humana accidental del orden de 1000 pnc/m³. Es decir que consigue una descontaminación superior al 99%. Este método recicla 44 vol./h de aire, incorporando 6 vol./h de aire exterior, por lo tanto no estaría permitida su utilización en quirófanos generales con 100% de aire exterior según lo dispuesto por la Res 2385 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación (9), pero sí se podría construir para quirófanos menos complejos utilizados en cirugías ambulatorias.

Como párrafo final debemos aclarar que, si bien los beneficios del uso de sistema de flujo laminar relacionados con la aerocontaminación de quirófanos son importantes, se deben considerar los costos derivados de su operación e instalación, fundamentalmente lo relacionado con el recambio de los filtros HEPA de alto costo y los locales destinados a la instalación de los equipos. Estos locales deben ser insonorizados y con altísimos requerimientos de aislaciones mecánicas para cortar las vibraciones de los ventiladores, forjadores, etc., por lo tanto, la decisión final de la colocación de este sistema debe ser tomada en conjunto por un equipo interdisciplinario (médicos, arquitectos, mantenimiento y finanzas) (6).

c) Acondicionamiento de infraestructura:

Dentro de este ítem vamos a mencionar las condiciones que deben reunir las diferentes instalaciones (eléctricas, de agua, de obras sanitarias y de gases médicos) para que se cumplan los parámetros de seguridad dentro del bloque quirúrgico y del quirófano en particular.

Instalación eléctrica: es por todos sabido la importancia y el auge que están adquiriendo los aparatos de apoyo médico y del paciente que son abastecidos por energía eléctrica. La dependencia del paciente y las decisiones del personal dentro del quirófano, cada día están más relacionadas con la aparatología médica. Desde la misma mesa de operaciones y la máquina de anestesia hasta el cauterizador y los resucitadores cardíacos son accionados por medio de electricidad, por lo tanto la provisión de este fluido debe quedar garantizada para los aparatos que, en el momento de la intervención, suplanten a las funciones normales del paciente. Una vez que tomamos conciencia de la importancia capital de esta instalación, pasemos a estudiar los mejores métodos para que el riesgo de falla se minimiza (19).

Como condición fundamental, debemos considerar que el bloque quirúrgico debe estar alimentado por medio de dos acometidas independientes desde los tableros generales del hospital, contando en todo momento con la posibilidad de cambiar de línea ante un fallo no programado. Estos abastecimientos deben arribar a un tablero general del bloque, el cual a su vez alimentará tableros seccionales y sub-seccionales. Este criterio de compartimentación se basa

en la necesidad de que los corto-circuitos provocados o accidentales sean detenidos lo antes posible con el menor compromiso para el resto de la instalación. A su vez se deben independizar las prestaciones, como ser iluminación general, sistema de aire acondicionado, tomas-corriente de pasillos y vestuarios, etc.

Llegada la alimentación al tablero sub-seccional del quirófano, ésta debe ser derivada a distintos circuitos dentro del local. Es así que tendremos circuitos diferenciados para la iluminación ambiental, para iluminación del campo operatorio, para el brazo o columna de gases médicos, para los tomas-corriente de pared standard, para los tomas de la máquina de anestesia y para el caso de que haya equipos de rayos X portátil. Estos circuitos deben estar bien señalizados por medio de luces testigos de entrada y salida, de forma tal que ante el corte de uno de ellos, inmediatamente se determine el lugar de la falla.

La ubicación de los distintos tableros será determinada en el proyecto previo. Como regla general el tablero principal de alimentación será colocado en la estación de enfermería, o en algún lugar equivalente que tenga una permanente vigilancia. Los seccionales se pueden instalar en lugares de paso y aledaños a los sectores que sirvan. En cuanto a los sub-seccionales, o sea aquellos que comandan los circuitos de los quirófanos, serán colocados inmediatamente antes de la puerta de entrada al local, pero se recomienda, que no se encuentre dentro del quirófano.

Cumplidos estos pasos que corresponden al proyecto, conviene recordar que si la instalación se realiza de acuerdo con las normas en vigencia, la mayoría de los riesgos inherentes a la misma, se habrán obviado. En resumidas cuentas debemos considerar que los materiales a utilizar deben ser normalizados de acuerdo con las normas IRAM. Los cables serán entallados y de colores diferentes para su mejor identificación. Del proyecto se desprenderán las capacidades de los distintos sistemas de cortes, pero se cuidará de que se respeten los amperajes de las llaves termomagnéticas y fusibles con el lógico fin de no sobrecargar las líneas y evitar accidentes. Una de las líneas se destinará exclusivamente para monitoreo y cualquier otro aparato de control del paciente. Esta, llamada línea "limpia", contará con media y

baja tensión y descarga a tierra con cable torrado a una jabalina independiente del resto de los circuitos, para de esta manera aislarlo totalmente y evitar posibles interferencias de equipos conectados a otras líneas, ya que estos aparatos de control son muy sensibles.

Un punto importante a tener en cuenta es la correcta puesta tierra de la totalidad de la instalación por medio de jabalinas de cobre o hierro hincadas hasta la primera capa de agua o bien por medio de cualquiera de los sistemas usuales de transmisión a tierra (campos, láminas, enrejados, etc.). Esta polarización debe ser controlada periódicamente por medio de aparatos de medición competentes. Una saludable política a poner en práctica sería la de contar con dos o más jabalinas a las cuales descargar las posibles pérdidas (3).

Instalación contra incendios: dentro de este ítem es de fundamental importancia tratar el tema incendios. En un hospital, este tipo de siniestros, ocurren con mucha frecuencia, como en cualquier edificio. Un incendio dentro de un nosocomio es potencialmente serio y peligroso, no sólo por el riesgo del fuego en sí mismo, sino por la evacuación de pacientes que consecuentemente pudiera realizarse (7).

Dentro de un centro quirúrgico, uno de los sitios donde obviamente puede producirse un incendio, es en el quirófano. No es común ni está contemplado estadísticamente pero, si se produce, es particularmente peligroso. Debemos tener en cuenta que casi la totalidad del equipamiento dentro de la sala de operaciones es eléctrico y a esto deben sumarse los gases anestésicos que pueden estar en suspensión y que son altamente inflamables y explosivos, si bien las nuevas drogas vaporizadas son menos peligrosas que las usadas antiguamente (5).

Dos puntos muy importantes a tener en cuenta, son el chequeo previo y el mantenimiento preventivo del sistema de electricidad del quirófano y de la totalidad del equipamiento eléctrico, monitores, máquina de anestesia, sistema central de gases, etc.

Un paciente anestesiado, es totalmente dependiente. Si se produce un incendio dentro del centro quirúrgico, es probable que se lo pueda evacuar siempre y cuando las circulaciones lo permitan. Pero si el siniestro se declara dentro del

quirófano específicamente, la evacuación corre serio riesgo de poner en peligro su vida. Un modo de ayudar a esta política de evacuación, es poseer el sistema de monitoreo del paciente a baterías (dual), para poder controlarlo mientras se lo traslada a un sitio seguro (7).

De todos modos, pocos hospitales en nuestro país cuentan con una sistemática a seguir en caso de siniestros, además con contados los lugares en donde se han instalado matafuegos o "maqueros", ni hablar de detectores de humo o sprinklers. Por otra parte, y en el caso de que existen los matafuegos, es muy poco el personal entrenado para su uso. Como decíamos, un incendio dentro de un quirófano es poco probable que se produzca, pero en el caso de que así sea, las consecuencias pueden ser devastadoras, por lo tanto, se debe evitar a todo costo el "quitarle el fuego" como se ve a ocurrir y actuar en consecuencia (8).

Los países que afrontan los riesgos de un incendio dentro del grupo quirúrgico, y en especial, en el quirófano señalan:

(a) establecer una sistemática de incendio y siniestros de prevención y cumplimiento obligatorio.

(b) chequeo periódico y preventivo de todas las conexiones eléctricas, ya sean fijas, tomas corrientes, puertos y tierra, etc.

(c) chequeo preventivo de las conexiones y de las mangueras de gases anestésicos, tanto a su salida del brazo y/o columna como a la entrada a la máquina de anestesia.

(d) eliminar los lugares de estacionamiento prolongado de ropa ya sea sucia, se utiliza el centro quirúrgico o bien mientras este se halla ocupado.

(e) colocar y mantener la cantidad de matafuegos y detectores de humo necesarios, para que llegado el caso sean accionados por el personal hacia tanto concurren las brigadas contra incendios del propio hospital (9).

Como dato estadístico podemos mencionar el estudio realizado en Estados Unidos entre 1971 y 1984 sobre un total de 2978 siniestros, el grupo quirúrgico le correspondió el 8,3% de incidencia dentro del total. Como se observa, si bien el porcentaje es bajo, sin duda existe y debe ser considerado.

Sistemas de gases médicos: es casi imposible pensar, en este momento, un quirófano que no esté servido por un sistema de gases médicos centralizado. Si bien se puede disentir en la conveniencia de los sistemas de acople rápido o en la colocación de brazos articulados o columnas de techo, el hecho incontrastable es que conjuntamente con el acondicionamiento ambiental fueron las dos grandes incorporaciones, desde el punto de vista arquitectónico, que revolucionaron el ámbito quirúrgico. Recordemos a los tubos de acero dentro del local o el permanente tránsito de los mismos golpeando paredes o pisos. Además la permanente vigilia de reposición. Hoy en día estos trastornos fueron superados y reemplazados por otros, pero que no interfieren básicamente con el desarrollo de la intervención.

La instalación de un sistema OVAC (oxígeno, vacío y aire comprimido) central tiene sus particulares requerimientos. Más allá de las provisiones de agua en abundancia, electricidad o ventilaciones, lo fundamental radica en la duplicación de equipos, capaces de suplantar en forma inmediata la falla de alguno en funcionamiento. Con respecto a la instalación en sí misma, conviene contratarla con empresas del ramo, las cuales ejecutarán el cálculo de los diámetros, recorridos, etc. Un punto importante, y que ha traído más de un inconveniente, es encargar el trabajo a quien no tiene experiencia comprobable en instalaciones similares.

En cuanto a la cañería en sí misma, debemos cuidar de que aquellas que abastezcan oxígeno y aire comprimido sean realizadas en cobre 99% puro, soldadas con plata y probadas a presión constante durante 24 hs. previo a su habilitación. Es conveniente que antes de librarlas al servicio sean limpiadas con gas inerte. Con respecto a otros gases, como óxido nítrico, valen las mismas consideraciones hechas precedentemente. El vacío es conveniente que la cañería se ejecute en hierro galvanizado roscado (22).

Instalación de obras sanitarias, redes de agua fría y caliente: con respecto a este tema, si bien tiene la misma fundamental importancia que la provisión eléctrica o el acondicionamiento ambiental, poco es lo que se puede recomendar, más allá de lo reglamentado y de uso corriente en las instalaciones existentes. Baste decir que el abastecimiento de agua potable, fría o caliente, debe garantizarse

por medio de dobles acometidas, con duplicidad de calentadores, mantenidos en forma constante y concienzuda. Los diámetros de los caños de alimentación y de distribución deben sobredimensionarse de forma tal que permitan el uso simultáneo de varias canillas surtidoras a la vez, sin que por ello disminuya el caudal o la temperatura (23).

Con respecto a la evacuación de las aguas servidas a través del sistema primario y secundario debe efectuarse por medio de cañerías aprobadas de hierro fundido o P.V.C. reforzado sistema 3,2 mm., recomendándose estas últimas, para el caso de que fueran instaladas bajo tierra. Los accesorios interpuestos para acceso de inspecciones o limpieza deben preverse de forma tal que las tapas soporten la apertura y cierre de las mismas en forma reiterada, sin necesidad de sellado especial o con materiales agrecados. Las rejillas de piso para evacuación de aguas producto de baldeado o limpieza serán colocadas fuera de los quirófanos, pero aledaños a ellos, serán provistos de tapas con bisagras de cierre hermético por medio de juntas de neopreno. Además se colocarán rejillas de acero inoxidable para detener el paso de residuos que por negligencia no hubiesen sido levantados por los encargados de la etapa anterior de limpieza (22).

Todas las cañerías deben ejecutarse de forma tal que los tramos no sean excesivamente largos o con conexiones a ramal, salvo que sean del sistema secundario o estrictamente indispensable. Todas estas redes, es conveniente que descarguen a cámaras de inspección fuera del ámbito del bloque o bien en el caso de que fueran en planta alta, prever la colocación de caños cámaras a intervalos regulares.

d) Sistema de recolección de residuos y materiales

usados: si bien no es tema de esta parte del trabajo, describir o normar los sistemas de recolección de residuos y materiales usados, simplemente queremos comentar que a la parte arquitectónica le cabe la responsabilidad de proveer los lugares adecuados para el depósito transitorio de los desechos producto del trabajo ejecutado. Si bien los residuos no deberían permanecer dentro del ámbito quirúrgico, es un hecho de que por necesidades de personal o bien de recorridos, éstos deben depositarse en espacios adecuados hasta tanto los recolecten (21).

Los espacios o locales destinados a este fin, deben ser fácilmente identificables, cerrados, revestidos o pintados con epoxi en su totalidad y con una sistema de ventilación tal que dentro del área se verifique una presión negativa con respecto a los espacios vecinos. Es conveniente instalar una canilla de agua caliente y una rejilla de piso, para poder limpiar por arrastre de agua a presión las paredes, pisos, techos, etc. Los artefactos eléctricos serán herméticos, lo mismo que los tomas. Las repisas o apoyos necesarios serán de acero o granito natural pulido.

Dentro de lo dicho hasta el momento, no se ha involucrado a los residuos patológicos o piezas anatómicas producto de la intervención quirúrgica. Estos desechos deben ser embolsados antes de dejar el quirófano, y sacados para su posterior incineración con la mayor rapidez posible. En ningún caso se deben mezclar con la ropa, compresas, etc. De ser necesario su estibado, previo al envío para realizar estudios anatomopatológicos, se colocarán en un local igual al descrito anteriormente, con el agregado de una heladera para su correcta conservación.

e) Servicio de mantenimiento:

Si bien debemos coincidir en que es impensable dotar al bloque quirúrgico de un servicio de mantenimiento propio, también debemos pensar que dentro de la estructura de prestaciones del servicio de mantenimiento, la parte asignada a esta zona debe ser, forzosamente, considerada como de alta prioridad por los riesgos que afronta un paciente durante una intervención quirúrgica.

El nombre "servicio de mantenimiento", no siempre responde a la realidad. En la mayoría de los hospitales argentinos se trata de simples cuadrillas de operarios, que con mucha buena voluntad, tratan de vérselas con la cada vez mayor ingerencia de la electrónica y la computación dentro de su área específica. En contados casos estos departamentos tienen el rango de "servicios" dentro del organigrama institucional. Al no contar con esta prerrogativa, a todas luces necesaria, no pueden plantear sus necesidades, planificaciones, carencias y presupuestos a las autoridades,

sin antes pasar por instancias intermedias a cargo de personas no especializadas en el tema, y que por lo tanto no pueden valorar en toda su dimensión el problema planteado. Esta dificultad trae aparejada que la autoridad a cargo del mantenimiento, normalmente, no tenga título profesional, o bien que no sea el título más conveniente para ese puesto. De lo expuesto se desprende que en la medida que se solucionen estos problemas se pueden mejorar las performances de los servicios de mantenimiento. Conjuntamente podemos mencionar otros inconvenientes, como ser la falta crónica de presupuestos, la baja capacitación de los operarios, fruto de la falta de incentivos, la obsolescencia de muchas instalaciones, que permanentemente presentan fallas producto de su propia vida útil. Lo descrito presenta un panorama desalentador a corto plazo, pero debemos reconocer que la "gente de mantenimiento" hace maravillas con lo poco que tienen. Pensemos qué podrían lograr si se les mejora, sólo un poco, su situación.

Planteado el problema, veamos ahora, en una situación ideal, como se podría instrumentar un mantenimiento adecuado y económicamente realista del idioque quirúrgico. Como hemos dicho, el componente electrónico y computarizado, va adquiriendo, a pasos agigantados, una importancia que lo hace merecedor de un departamento específico para ocuparse de él. Siempre dentro de la hipótesis nos referimos a mantenimiento preventivo y no correctivo en la mayoría de los casos. No se puede esperar a que se quemen las lámparas de la scialítica para cambiarlas, por lo tanto la base primordial del buen mantenimiento pasa por dos aspectos: operarios técnicos capacitados para supervisión y un inventario detallado de los que se debe mantener.

El planeamiento de las operaciones debe ser efectuado por personal profesional y contratado en lo posible a servicios oficiales o a empresas especialistas en los diferentes rubros, todos ellos inspeccionados por personal propio. Nada de todo esto impedirá que se produzcan fallos no programados, y para esas eventualidades, es que se debe contar con la presencia de agentes de la institución capaces de solucionar la inmediatez del inconveniente. Es por ello

que se sugieren guardias, similares a las guardias médicas, que garanticen la presencia de técnicos entrenados. No es necesario demostrar en este trabajo las ventajas económicas del mantenimiento preventivo y de la capacitación del personal a cargo del mismo.

Específicamente en el quirófano se deben cuidar tres provisiones:

a) electricidad: tanto baja como media tensión deben ser garantizadas al 100% por medio de dobles acometidas, contactores automáticos de cambio, entrada prioritaria de grupos electrógenos propios, sistemas de baterías (UPS) y puestas a tierra adecuadas. Todos estos elementos deben verificarse en forma periódica, probando su funcionamiento ante fallos simulados y entrenando al personal de quirófanos en la reacción ante las dificultades más comunes.

b) gases médicos centrales: dada la difusión que han tenido estos equipamientos, se sugiere efectuar la limpieza de los acoples y frascos en forma periódica, independientemente de la efectuada por el personal de quirófanos. Dado que estas redes tienen un componente mecánico (compresores, bombas, etc.) es conveniente tener los manuales de mantenimiento del fabricante y obrar en consecuencia, ateniéndose estrictamente a sus instrucciones. Normalmente cuentan con alarmas que detectan alta o baja presión en la cañería y es normal también que el personal de quirófanos no les preste la debida atención o las apague. Si se tiene la precaución de verificar las presiones antes de las acometidas y colocar los reguladores respectivos en las cañerías maestras, las alarmas cumplirán efectivamente su labor y deben ser atendidas en consecuencia, ya que detectan fallas propias del bloque quirúrgico, sin interferencia externas.

c) acondicionamiento de aire: debido a la multiplicidad de elementos integrantes del sistema (compresores, bombas, calderas, filtros, válvulas, etc.) lo más seguro es tener una persona encargada de la verificación de este sistema, el cual avisará al superior respectivo sobre posibles roturas, tiempos de cambio de filtros, etc. Además este empleado será el encargado de la limpieza y orden dentro de la sala de máquinas, ya que este lugar es propenso a ser usado como depósito alternativo.

5.-CONCLUSION:

Esperamos que se haya podido observar, a lo largo de este trabajo, la enorme cantidad de factores que hacen a la seguridad de un quirófano que dependen de la arquitectura o de la ingeniería. Desde el tamaño de las puertas hasta la protección contra incendios o la altura a que se deben colocar los lavados de manos, está estudiada y hasta en algunos casos reglamentada, pero todas estas precauciones sólo ayudan al resultado general. Si bien una circulación interna fluida o una excelente tasa de renovaciones de aire porerías impiden la infección de la herida quirúrgica, todo se relativiza frente al comportamiento humano durante su permanencia en el sector.

La arquitectura y la ingeniería pueden, por medio de barreras arquitectónicas, "recordarle" al usuario la obligatoriedad o conveniencia de adoptar medidas de higiene y seguridad más estrictas que las habituales en el resto del hospital, pero de ninguna manera estas trabas son infranqueables para "un espíritu bien dispuesto".

En resumidas cuentas, del comportamiento y sistemas empleados por el personal médico, técnico y de enfermería depende en gran medida que la estadística referida a la infección de la herida quirúrgica se mantenga dentro de los parámetros internacionalmente aceptados. El rol que le corresponde a las construcciones e instalaciones complementa y colabora en que las condiciones dentro de las cuales se desarrollan los trabajos sean mas más seguras y confortables posibles.

6.-BIBLIOGRAFIA:

1.-BARTI VIUER, Mariano: La contaminación del aire y riesgo de infección en el hospital - Asociación Española de Ingeniería y Arquitectura Hospitalaria - Serie Monografías (vol.3).págs. 22/39

2.-PROPOSED RULES OF THE STATE OF FLORIDA - Department of Health and Rehabilitave Services - Office of Plans and Construction (1991).págs. 2/12 y 65/74

3.-NIEMAN, M.; SHAW, A.y KAILTON, R.: Electrical distribution boards in the operating theatre - Anaesthesia (1988). págs. 584/586

4.-SARTORIJO, Alfredo: El grupo quirúrgico, distintos planteos arquitectónicos - Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria, pags. 1/9

5.-SANCHEZ VAQUE, Angel: La protección contra-incendios en los hospitales - 9no. Congreso Internacional de Ingeniería y Arquitectura Hospitalaria - Barcelona (1986).pags. 22/33

6.-McQUARRIE, Donald; GLOVER, John L. y OLSON, Mary M.: Laminar airflow systems - Issues surrounding their effectiveness - AORN Journal - vol. 51 (1990).Nro. 4. pags. 1035/1046

7.-MOXON, Mary A.: Fire in the operating theatre. Evacuation pre-planning may save lives - Anaesthesia - vol. 41 (1986). pags. 543/546

8.-COVO, Mino: Filtración de aire en la industria farmoquímica, investigación y hospitales - Ed. Revista Industria Farmacéutica,Cap. VI-VII-VIII - pags. 28/42 - Cap. XV-XVI - pags. 61/94

9.-SANATORIO MITRE, BUENOS AIRES - Revista Suma - Colección temática - vol 3 (1986).pags. 16/23

10.-STERLING, E.M.: Quality of air in hospitals - 9no. Congreso Internacional de Ingeniería y Arquitectura Hospitalaria - Barcelona (1986). pags. 66/76

12.-COTTINI, Aristides: El Hospital-Programación arquitectónica - Universidad de Mendoza - Facultad de arquitectura y urbanismo (1982). Cap. 6 - pags. 167/203

13.-YANEZ, Enrique: Hospitales de seguridad social - Ed. Limusa - 3va. edición (1986). Cap. 15 - pags. 91/101

14.-METHAL, J.C.: Servicios de ingeniería y mantenimiento en los países en desarrollo ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD Criterios de planificación y diseño de instalaciones de atención de la salud en países en desarrollo - vol 4 (1986).

16.-SUAREZ BOEDO, Domingo y KNOBLOVITZ, Fabio: Equipamiento hospitalario-Experiencias de un grupo de investigación - 1ro. Congreso Latinoamericano de la A.A.A.I.H. (1990).pags. 1/14

17.-HODGE, B. y THOMPSON, J.F.: Noise pollution in the operating theatre - The Lancet - vol 335 (1990).pags. 891/893

19.-SARAVI, Fernando: Seguridad eléctrica - Revista de la Asociación Médica Argentina - vol 101 (1988).Nros. 5-6-7-8
page 36/38

21.-MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES-RESOLUCION
534 - Normas de uso obligatorio para el manipuleo de
residuos hospitalarios - Rev. Equipamiento hospitalario -
junio (1991).Nro. 36 page. 25/26

22.-LEMMÉ, Julio C.: Instalaciones aplicadas en los
edificios - Combustibles, gas y bloques - Ed. El Ateneo -
2da. Edición (1985).

23.-DOLVARADE, Julio. U. y FERNANDEZ, Mario L.: Seguridad
e higiene hospitalaria-Acciones sanitarias para su sanea-
miento - Ed. Panamericana (1988).

24.-LEMMÉ, Julio C.: Obras sanitarias-servicios contra
incendios - Ed. El Ateneo - 4ta. Edición (1984).

25.-RATCLIFFE, Sandy: Emergency power in hospitals -
International Hospital Federation - Official Yearbook (1987)
page 387/389

26.-HALL, P.J.: Hospital ventilation systems -
International Hospital Federation - Official Yearbook (1987)
page. 355/356