

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES
**DEL BLOQUE
QUIRÚRGICO**





INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES **DEL BLOQUE QUIRÚRGICO**

MONOGRAFÍAS JG DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN, 6

Introducción a las instalaciones del bloque quirúrgico

© JG Ingenieros, S.A.

Primera edición: 2021

Diseño gráfico, maquetación y edición: Inercia Gráfica, S.L.

Imprime: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Impreso en España

ISBN: 978-84-09-28081-0

Depósito Legal: B 4374-2021

Libre utilización del contenido del libro así como del material gráfico, siempre y cuando se cite la fuente.



PRESENTACIÓN

En la línea de las diferentes monografías que históricamente hemos venido redactando, es una satisfacción para mí presentar esta “Introducción a las instalaciones del Bloque Quirúrgico”, que hemos preparado un equipo pluridisciplinar de JG Ingenieros, y que esperamos que sirva al conjunto de la profesión.

Tenemos en JG una larga tradición de publicaciones y de divulgación de conocimiento, pues estamos convencidos de que parte de nuestra responsabilidad social pasa por ordenar y poner en común nuestra experiencia profesional, en este caso en el diseño de las instalaciones de los quirófanos.

El documento recoge primero la sistematización de las diferentes instalaciones a integrar en un bloque quirúrgico: climatización, electricidad, mecánicas y comunicaciones. A continuación, presentamos las posibilidades de la tecnología smart para la mejora de las condiciones de operación de los quirófanos. Finalmente incluimos un capítulo importante sobre la puesta en marcha y mantenimiento del bloque quirúrgico, y una recopilación de las tendencias de diseño en este servicio tan central en los hospitales.

Aunque hemos puesto el máximo esfuerzo en ser precisos y acertados en las propuestas de esta monografía, agradeceremos por supuesto cualquier observación sobre su contenido que debiera ser corregida o pudiera ser mejorada.

Nos hubiera hecho mucha ilusión que nuestro presidente fundador, Juan Gallostra Pedemonte, hubiera podido presentar este libro. Lamentablemente falleció hace unos pocos meses, y a él entonces le dedicamos esta publicación.

Quisiera dar las gracias, para acabar, a todos los profesionales de JG Ingenieros que han colaborado en este documento por su participación desinteresada, y a todos nuestros clientes y amigos por sus aportaciones e impulso para redactar esta nueva monografía, que esperamos os guste y sea útil.

Juan Gallostra Isern

Presidente.



AUTORES

Coordinadores

Julio Morá Larrégola

Angel Sánchez Vaqué

Colaboradores

Albert Artús Laudo

Mamen Gallostra Isern

Mònica Moya Meseguer

Xavier Morales Gaya

José Ortí Llop

José Luis Pérez González

Jose Quián Pérez

Rubén Sánchez Pros

Eduard Torras Planas

Jordi Vila Arcos

Gil Vinyeta Medina



ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

2. CARACTERÍSTICAS DE UN BLOQUE QUIRÚRGICO

- 2.1 Tipos de quirófanos
- 2.2 Tamaño de los quirófanos
- 2.3 Estructura del servicio
- 2.4 Relaciones con otros servicios del hospital

3. CLIMATIZACIÓN

- 3.1 Funciones de la instalación de climatización
- 3.2 Componentes del sistema de climatización
- 3.3 Ejecución

4. ELECTRICIDAD

- 4.1 Funciones de la instalación eléctrica
- 4.2 Alumbrado normal
- 4.3 Alumbrado de emergencia
- 4.4 Suministro eléctrico. Garantía

5. MECÁNICAS

- 5.1 Instalaciones de fontanería y saneamiento
- 5.2 Instalaciones de seguridad contra incendios
- 5.3 Transporte neumático de muestras y documentos
- 5.4 Instalaciones de gases medicinales y vacío

6. COMUNICACIONES

- 6.1** Sistema de cableado estructurado
- 6.2** Equipos activos de la red
- 6.3** Distribución de imágenes
- 6.4** Señalización horaria
- 6.5** Música ambiental
- 6.6** Telefonía e intercomunicación
- 6.7** Sistema control integrado
- 6.8** Seguridad electrónica

7. SMART HOSPITAL

- 7.1** ¿Qué es un smart building?
- 7.2** Transición hacia los smart hospitals
- 7.3** Directrices para conseguir un bloque quirúrgico smart
- 7.4** Smart infrastructure
- 7.5** Smart process
- 7.6** Smart experience
- 7.7** Integración de las soluciones en una misma plataforma e interacción entre ellas
- 7.8** Justificación de la inversión asociada a la transformación hacia los smart hospitals y en concreto hacia un bloque quirúrgico-smart

8. PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE QUIRÓFANOS

- 8.1** Puesta en marcha
- 8.2** Mantenimiento

9. TENDENCIAS HOSPITALARIAS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

10. NORMATIVA A CUMPLIR

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



1.

INTRODUCCIÓN GENERAL

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

En un hospital, al igual que en el resto de los edificios, las instalaciones proporcionan las condiciones medioambientales, la energía y los fluidos necesarios para desarrollar la actividad para la que el edificio fue diseñado y concebido originalmente.

Pero en el caso de un hospital, el desarrollo de la actividad sanitaria conlleva instalaciones específicas poco utilizadas en otros ámbitos, como pueden ser: gases medicinales, sistemas de transporte neumático o las de equipamiento de tratamiento y diagnóstico sanitario entre otras.

La propia actividad sanitaria hace que los sistemas de instalaciones deban ser diseñados con requerimientos muy específicos: seguridad del paciente, control de infecciones, garantía y fiabilidad de suministro, etc.

Además, en las zonas de uso crítico de un hospital, entre las cuales se sitúa el bloque quirúrgico, las exigencias en cuanto al funcionamiento de las instalaciones son y deben ser máximas.

En esta área, el funcionamiento en la mayoría de los casos debe de ser continuo, sin interrupciones y con unas garantías de continuidad de suministro del 100%. Un mal funcionamiento puede poner en riesgo la seguridad y la salud tanto del paciente como del personal facultativo.

Por tanto, se debe poner especial énfasis en el diseño, en la ejecución, en la puesta en marcha y en el mantenimiento de las instalaciones que lo conforman.

En cuanto al diseño, es importante que exista por parte de la propiedad, un responsable que canalice las necesidades, usos y requerimientos de cada espacio, sobre todo en el área de quirófanos, realizando una detallada descripción del equipamiento mínimo necesario a instalar, usos de cada quirófano y espacio anexo para, en base a estos, plantear el diseño de los distintos sistemas de instalaciones.

Esta publicación está dedicada a revisar los aspectos más relevantes a tener en cuenta en el planteamiento inicial, aspectos basados en la normativa y en la experiencia de JG Ingenieros acerca de las complejas instalaciones del Bloque Quirúrgico: electricidad, climatización, instalaciones mecánicas, instalaciones de comunicaciones, su puesta en marcha y su posterior mantenimiento.

En este sector en el que la evolución científica y técnica progresa día a día de forma exponencial, se dedica también un capítulo específico a nuevas tendencias del quirófano.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



2.

CARACTERÍSTICAS DE UN BLOQUE QUIRÚRGICO

- 2.1 Tipos de quirófanos
- 2.2 Tamaño de los quirófanos
- 2.3 Estructura del servicio
- 2.4 Relaciones con otros servicios del hospital

2. CARACTERÍSTICAS DE UN BLOQUE QUIRÚRGICO

Existen muchas posibilidades de esquema de bloque quirúrgico en función del tipo y especialidad de los quirófanos, del tamaño del bloque y del esquema de circulaciones.

2.1 Tipos de quirófanos:

Aunque existen muchas posibilidades de clasificación del tipo de quirófanos y que según los hospitales y el tipo de actividad que realizan pueden variar de categoría, una posible clasificación podría ser:

De complejidad quirúrgica menor:

- ❖ Quirófanos de cirugía menor ambulatoria: Son salas en las que se llevan a cabo procedimientos de cirugía de baja complejidad, con anestesia local o troncal, a pacientes programados, sin necesidad de ingreso, que en el mismo día regresan a su domicilio con un mínimo período de observación postoperatoria. Estas salas muchas veces se encuentran en otra parte del hospital, fuera del bloque quirúrgico general e incluso reciben el nombre de salas de procedimientos o de curas.

De complejidad quirúrgica baja:

- ❖ Quirófanos polivalentes: Son los más abundantes y flexibles en donde se pueden hacer intervenciones de diferentes especialidades. Pueden ser polivalentes puros o estar parcialmente especializados.
- ❖ Quirófanos para CMA (Cirugía Mayor Ambulatoria): Son quirófanos en los que se llevan a cabo procedimientos programados para un tipo de cirugía con anestesia general o local a pacientes previamente programados para un tipo de cirugía de mediana complejidad sin necesidad de ingreso, que el mismo día regresan a su domicilio después de un período de observación y control. Según los hospitales pueden estar situados en un bloque quirúrgico general, compartiendo los quirófanos o formar un bloque quirúrgico independiente. Las dotaciones son similares a los quirófanos polivalentes.
- ❖ Quirófanos de urgencias: Pueden estar situados en el interior del propio servicio de urgencias o integrados en el bloque quirúrgico general. Por tamaño y dotación son similares a los quirófanos polivalentes.
- ❖ Quirófanos de cirugía experimental: Forman parte de unidades especiales del hospital o de centros de investigación, simulación y formación de especialistas de las universidades. En los quirófanos de cirugía experimental se emplean animales de experimentación cumpliendo con las normas éticas sobre el uso de animales con fines científicos, para desarrollar investigaciones quirúrgicas, actividades docentes, evaluación de nuevas técnicas quirúrgicas y pruebas y evaluación de nuevos aparatos y material quirúrgico. Pueden incluir una mesa de operaciones o varias mesas en una misma sala. Cuando el quirófano incluye un gran número de mesas suele existir una sala de control para el profesorado con comunicación visual y acústica con los operadores de cada mesa.

De complejidad quirúrgica intermedia:

- ❖ Quirófanos de cirugía endoscópica: Corresponden a operaciones en las que los equipos de visionado de imágenes, catéteres y los instrumentos quirúrgicos se introducen por pequeños orificios, realizándose la intervención quirúrgica guiándose por imágenes, incorporan aparataje videoendoscópico, monitores, rack, fuentes de luz, columnas endoscópicas e insufador. Parte de los equipos de control pueden estar en el interior del quirófano o en una sala anexa.
- ❖ Quirófanos de microcirugía: Estos quirófanos, dedicados sobre todo a oftalmología, otorrino y ginecología disponen de un microscopio desplazable sobre ruedas o colgado del techo y los correspondientes monitores o pantallas para el resto del personal.
- ❖ Quirófanos de cirugía refractiva: Los quirófanos de cirugía refractiva (que es una subespecialidad de la oftalmología) engloban un conjunto de procedimientos quirúrgicos que modifican el estado refractivo del ojo con el propósito disminuir el uso de gafas o lentes de contacto. Entre las diversas técnicas posiblemente la más extendida es la del láser excimer. Muchas veces forman parte de una unidad específica fuera del bloque quirúrgico general. En ocasiones en una misma sala pueden existir varios equipos.
- ❖ Quirófanos de cirugía ortopédica: Corresponde a un quirófano especializado en cirugía ortopédica con instrumental específico, de mayores dimensiones y con alto riesgo de infección en el caso de la colocación de prótesis.
- ❖ Quirófanos con cirugía asistida por radiología: En estas salas se introducen catéteres o equipos de imágenes para diagnóstico e intervención y se emplean mayoritariamente en los sistemas cardiovascular y neurológico. La sala debe disponer de protección radiológica. Estos quirófanos disponen de una sala de control para el mando del personal y una sala de equipos, Las unidades de hemodinámica y angiografía en muchos hospitales están fuera del bloque quirúrgico formando una unidad específica.

De complejidad quirúrgica alta:

- ❖ Quirófanos de cirugía cardiológica: Corresponde a un quirófano especializado, con operaciones en general de larga duración, con instrumental específico y que muchas veces precisa de una sala auxiliar para determinados equipos.
- ❖ Quirófano de cirugía neurológica: Corresponde a un quirófano especializado, con operaciones de larga duración y complejidad, con instrumental específico.
- ❖ Quirófano de trasplantes: Corresponde a un quirófano donde se realizan trasplantes de uno o múltiples órganos a partir de donantes vivos o fallecidos del propio hospital o de un centro externo. En algunos casos incluyen dos mesas de operaciones para trabajar simultáneamente los dos equipos quirúrgicos.
- ❖ Quirófanos híbridos: Corresponden a quirófanos equipados con dispositivos avanzados de formación de imágenes médicas de alta calidad como arcos en C fijos, escáneres de TC

(Tomografía Computerizada) o escáneres de RM (Resonancia Magnética), para combinar una gama de servicios de diagnóstico e intervención en un solo lugar sin necesidad de efectuar el traslado del paciente. Los equipos de imágenes pueden estar fijos apoyados en suelo o colgados del techo, deslizables con ruedas o por raíles, o incluso estar instalados en una sala contigua al quirófano, teniendo entonces que desplazar el paciente a la sala contigua donde se encuentra el aparato de diagnóstico. Estos quirófanos deben disponer de protección radiológica, y en el caso de usar RM, de una jaula de Faraday. Las protecciones pueden estar dentro del quirófano, aunque suelen disponer de una sala de control para el equipo de mando y una sala anexa para los equipos. También suelen incluirse en este apartado los quirófanos dedicados a oncología que disponen de aceleradores lineales con ruedas para realizar radiaciones directas sobre el área afectada.

- ◆ Quirófanos robotizados: (También se incluyen a veces en este apartado los llamados quirófanos integrados): Son quirófanos con sistemas con una mínima agresión, con mayor precisión y mejor visualización, con alto nivel de informatización, que permiten el control a distancia por pantalla táctil o por voz de ciertos equipamientos como lámparas quirúrgicas, mesa de operaciones, equipo de endoscopia y en el caso de los quirófanos robotizados incluyen una mesa de control con mandos manuales y pedales, un visor de imágenes en 3D y varios brazos con instrumentos quirúrgicos.



Vista interior de quirófano con flujo laminar

2.2 Tamaño de los quirófanos:

Las superficies que se suelen requerir para los diferentes tipos de quirófanos son:

Quirófanos de cirugía menor ambulatoria	20 m ²
Quirófanos polivalentes	40 m ²
Quirófanos para CMA (cirugía mayor ambulatoria)	30 m ²
Quirófanos de urgencias	40 m ²
Quirófanos de cirugía experimental	40 m ²
Por cada mesa adicional	20 m ²
Quirófanos de cirugía endoscópica	50 m ²
Quirófanos de microcirugía	30 m ²
Quirófanos de cirugía refractiva	16 m ²
Quirófanos de cirugía ortopédica	60 m ²
Quirófanos de cirugía asistida por radiología	70 m ²
Quirófanos de cirugía cardíaca	60 m ²
Quirófanos de cirugía neurológica	60 m ²
Quirófanos de trasplantes	40 m ²
Quirófanos de trasplantes con dos mesas	60 m ²
Quirófanos híbridos	70 m ²
Quirófano híbrido con sala anexa para aparato de imagen	100 m ²
Quirófanos robotizados	80 m ²

2.3 Estructura del servicio:

Existen numerosas posibilidades de estructuración del bloque quirúrgico en función del número y tipo de quirófanos (aunque lo normal es que convivan varios tipos de quirófanos en un mismo bloque) pero depende fundamentalmente del criterio de circulaciones de los pacientes, personal, instrumental, equipos y residuos.

En un quirófano las circulaciones pueden ser:

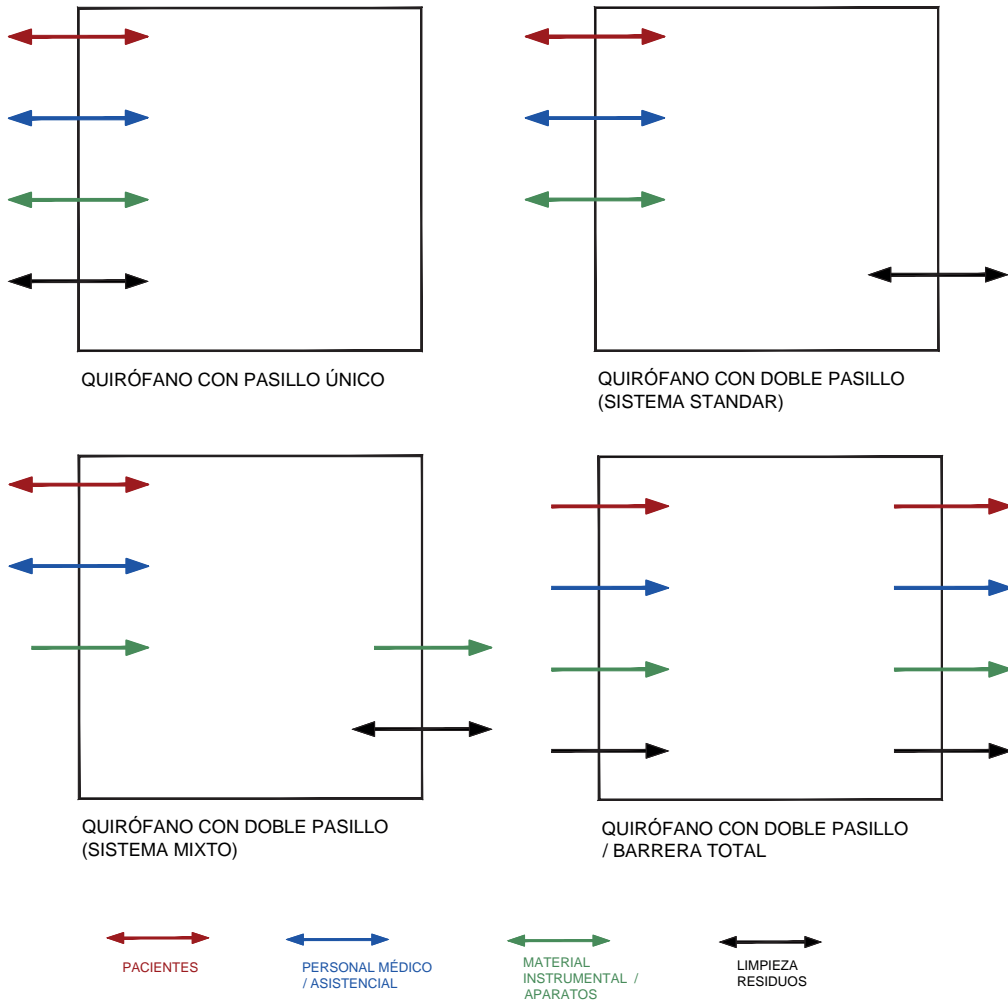


Fig 1. Circulaciones de pacientes, personal, materiales y residuos en el quirófano.

Lo que comporta fundamentalmente las dos estructuras más comunes de doble pasillo o de pasillo único, con la variante americana de quirófanos de pasillo único con quirófanos alrededor de la zona de entrega de material estéril

CARACTERÍSTICAS DE UN BLOQUE QUIRÚRGICO

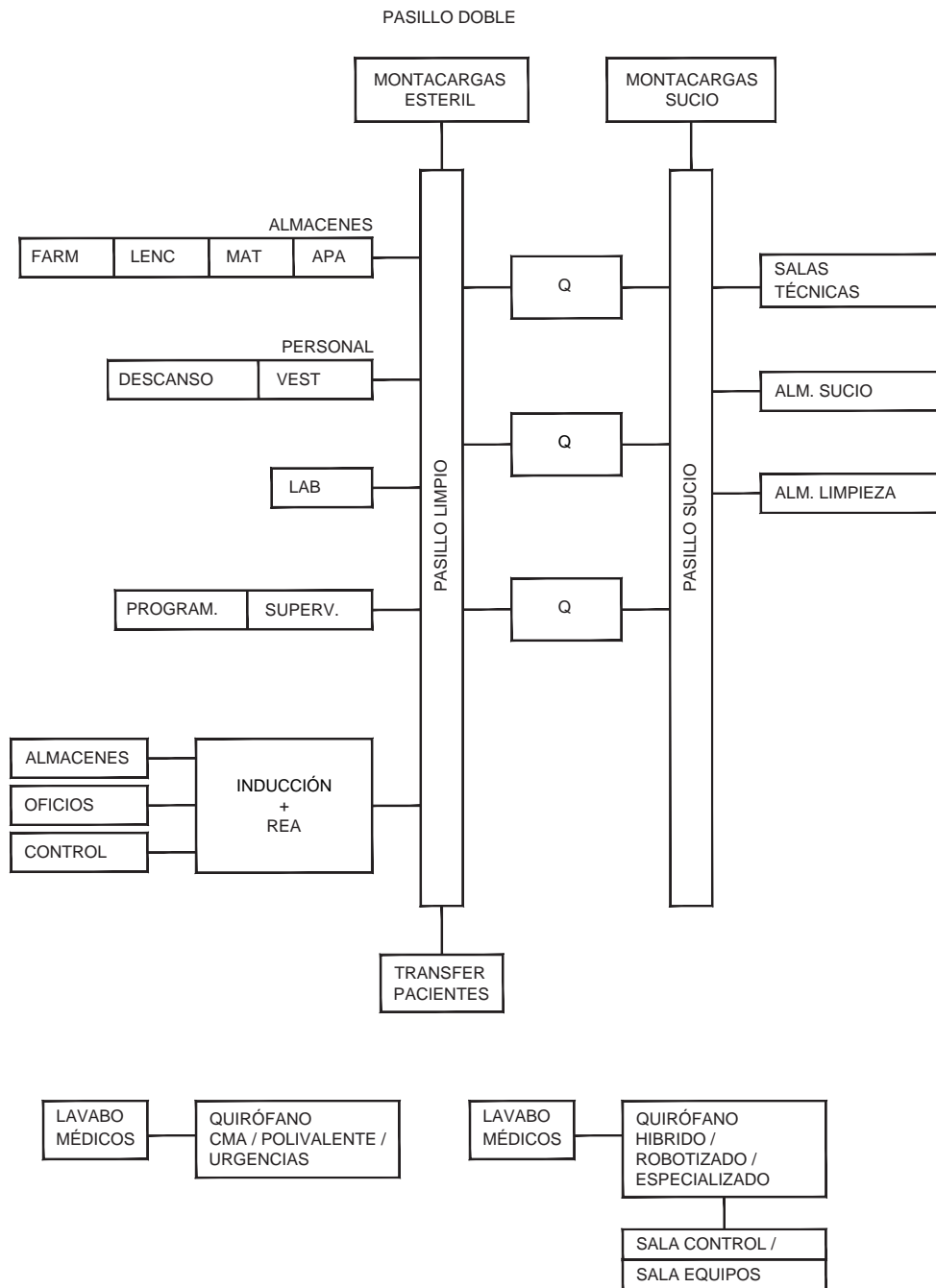


Fig 2. Esquema de espacios en solución de doble pasillo.

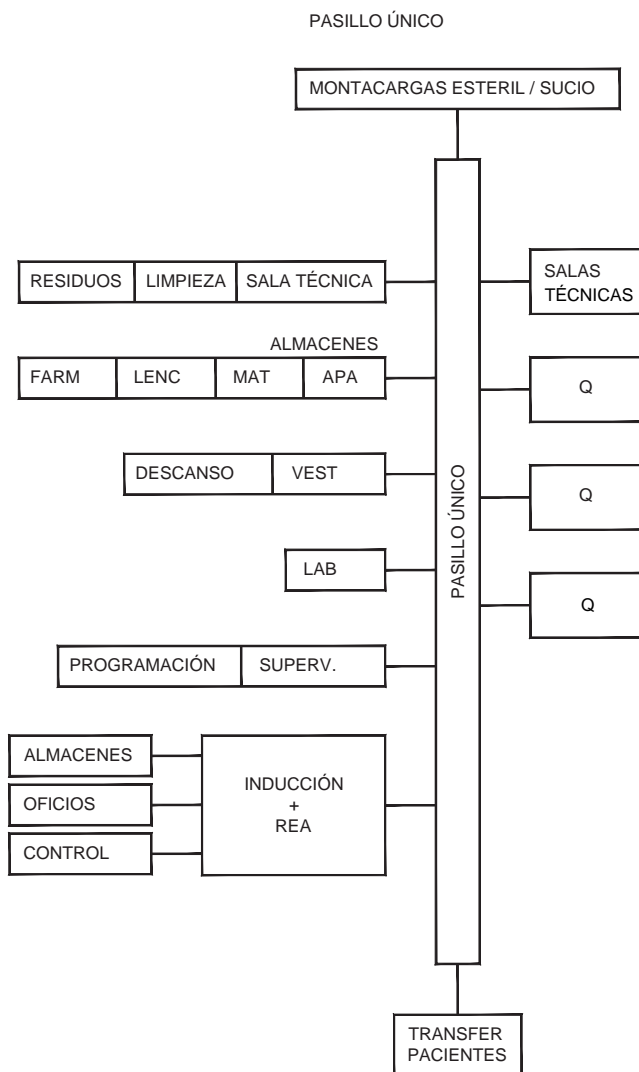


Fig 3. Esquema de espacios en solución de pasillo único.

Los espacios en los dos esquemas son los siguientes:

1.- Transfer y espera de camas, camillas y sillas de ruedas. Corresponde al punto de entrada y salida del bloque quirúrgico. Puede disponer de una entrada de pacientes tipo guillotina longitudinal o transversal y una puerta batiente para paso de sillas de ruedas. Suele precisar unos 18 m² y en las cercanías debe disponer en el exterior y en el interior de un espacio de espera de camas, camillas y sillas de ruedas con un espacio de 3 m² por cama, 2 m² por camilla y 0,5 m² por silla de ruedas.

No es habitual que junto al transfer exista una sala de espera de familiares y un despacho de información. En las operaciones programadas se prefiere que los familiares esperen y reciban información en la habitación de la unidad de enfermería.

2.- Control supervisor/a. El supervisor/a es la persona fundamental para que el bloque quirúrgico funcione correctamente. La posición de este espacio es importante que disponga de vistas y comunicación con el interior del bloque quirúrgico, con la zona de transfer y con el exterior del bloque quirúrgico. Incorpora una estación de la red de tubo neumático. Precisa un espacio de unos 9 m².

3.- Programación. es un espacio polivalente que puede servir de despacho, de control de las programaciones e incluso donde se puede hacer una pequeña reunión. Es conveniente disponer de una superficie comprendida entre 9 y 12 m².

4.- Laboratorio. Espacio donde se realizan pequeños análisis de urgencia durante el transcurso de las operaciones. Se precisa un espacio de unos 10 a 12 m². En los hospitales que disponen de un CORE (Laboratorio automatizado en cadena), la función de este laboratorio, la puede realizar la sección de urgencias del laboratorio automatizado.

5.- Vestuarios. Es uno de los espacios donde puede producirse transmisión de contaminantes microbiológicos. Los vestuarios ideales serían los que contasen con una línea independiente de entrada y una línea de salida con taquillas con doble puerta a los dos circuitos, pero la solución se emplea poco por la gran superficie que precisa. El dimensionado de los vestuarios depende del número de quirófanos, tipos de operaciones y distribución por sexos del personal. Es conveniente disponer de varios vestuarios con sus grupos de aseos separados, de unos 40 m² cada uno para unas 30 a 35 personas.

6.- Almacén farmacia. Próximo a la zona del supervisor/a puede existir el almacén de medicación y productos de anestesia con armarios informatizados. Puede incluir una nevera. Se precisa una superficie comprendida entre 6 y 8 m². Es muy útil que disponga de dobles puertas enclavadas al interior del bloque quirúrgico y al exterior para la reposición periódica de la medicación.

7.- Almacén de aparatos. Se guardan aparatos, la mayoría en estado de recarga, que pueden ser trasladados a un quirófano de acuerdo con el tipo de operación o en determinadas situaciones. Pueden incluir aparatos móviles de rayos X, ecógrafos, microscopios, endoscopios, láseres, bisturís electrónicos, lámparas móviles, generador de luz fría, equipo de resucitación, aspiradores móviles, circulación extracorpórea, etc. Suelen tener unos 20 m² y conviene disponer de un almacén cada 10 quirófanos.

8.- Almacén material. Se almacenan los productos consumibles y de repuesto utilizados en el bloque quirúrgico. Suele ocupar una superficie comprendida entre 9 y 15 m². En bloques de grandes dimensiones es conveniente disponer de varios de estos almacenes para

disminuir recorridos. Es muy útil que dispongan de dobles puertas enclavadas al interior del bloque quirúrgico y al exterior para la reposición periódica de los productos.

9.- Almacén lencería. Se almacenan las tallas y otros componentes textiles usados en el bloque quirúrgico. Se precisa una superficie comprendida entre 6 y 9 m². Es muy útil que disponga de dobles puertas enclavadas al interior del bloque quirúrgico y al exterior para la reposición periódica del material.

10.- Sala de descanso. Permite el descanso del personal durante o antes de empezar la operación. Dispone de los elementos propios de un oficio. Se precisa una superficie de unos 20 m² y es conveniente disponer de varias salas independientes.

11.- Montacargas material estéril y montacargas material sucio. Comunica el bloque quirúrgico con la central de esterilización si esta unidad no se encuentra en la misma planta. Debe tener capacidad para un mínimo de dos carros de material. Su posición en el bloque quirúrgico depende de la situación de la central de esterilización. El acceso a cada montacargas, en caso de doble pasillo se realiza desde el pasillo limpio y desde el pasillo sucio respectivamente.



Unidad de esterilización



Pasillo sucio

12.- Lavado médicos. Incluye un lavabo medical de varias plazas, griferías de accionamiento sin contacto manual, dosificadores de cepillos y elementos de secado. Antes lo normal es que formasen una sala previa a cada quirófano de unos 8 m² y ahora es más habitual que estén situados en el pasillo limpio o en algún retranqueo del pasillo ocupando unos 1,5 m².

13.- Sala de equipos. Algunos quirófanos como los de cirugía especializada, los endoscópicos, los híbridos y los robotizados, precisan disponer de una sala de equipos móviles o de racks. Se precisa disponer de una superficie comprendida entre 10 y 15 m² según especialidad.

14.- Sala control. Los quirófanos con cirugía asistida por radiología y los quirófanos híbridos, precisan salas de control con visión directa al quirófano, donde se sitúa el personal durante los episodios con radiaciones u ondas electromagnéticas. Se precisa una superficie de unos 12 m².

15.- Pasillo limpio o también denominado estéril. Este pasillo en el caso de la solución de doble pasillo debe tener una anchura mínima de 2,50 m que debe ampliarse en caso de disponer de quirófanos a ambos lados del pasillo o en la solución de pasillo único. Este pasillo comunica con las salidas de emergencia en caso de evacuación.

16.- Pasillo sucio. Este pasillo mal llamado sucio porque en los análisis suele encontrarse un nivel de contaminación muy bajo, debe tener una anchura mínima libre en toda su longitud de 1,50 m. En el caso de la solución de doble pasillo, en este espacio se instalan los cuadros eléctricos y los equipos de alimentación ininterrumpida SAI. Este pasillo comunica con las salidas de emergencia en caso de evacuación.

17.- Almacén sucio. En este espacio se recogen las bolsas selladas y clasificadas según grupos de riesgo de los residuos de los quirófanos y las bolsas de ropa sucia para su posterior traslado. Se precisa una superficie comprendida entre 4 y 6 m². En caso de bloques quirúrgicos con gran número de quirófanos es conveniente disponer de varias de estas dependencias para disminuir recorridos. En la solución de doble pasillo estas salas están situadas en el pasillo sucio y en el caso de la solución de pasillo único están situadas con acceso desde el pasillo limpio.

18.- Limpieza. En esta sala se guardan los carros y los productos de limpieza. Suelen incorporar un vertedero. Se precisa una superficie comprendida entre 4 y 6 m². En caso de bloques con gran número de quirófanos es conveniente disponer de varias de estas dependencias para disminuir recorridos. En la solución de doble pasillo estas salas están situadas en el pasillo sucio y en el caso de la solución de pasillo único están situadas con acceso desde el pasillo limpio.



Pasillo limpio

19.- Salas técnicas. Incorporan los cuadros eléctricos y los equipos de alimentación ininterrumpida SAI independientes para cada quirófano. Pueden estar formadas por un armario independiente para cada quirófano o agruparse en salas con los equipos de varios quirófanos. Se precisa una superficie aproximada de unos 3,5 m² por quirófano.

En el caso de la solución de doble pasillo, estas salas están situadas en el pasillo sucio y en el caso de solución de pasillo único, suelen situarse en armario o dependencia lo más próxima posible al quirófano.

20.- Inducción/Preanestesia. En los últimos años existe una tendencia a centralizar la inducción/preanestesia de todos los quirófanos en una zona anexa o incluida en la reanimación postoperatoria con unos 8 m² por puesto. Antes lo normal era disponer de una sala previa a cada quirófano de unos 12 m².

Con la consideración del quirófano como una sala blanca (sala de ambiente controlado) la existencia de esta sala hacía, junto a las salas de preparación de material y de lavado de médicos, de vestíbulo previo y facilitaba el escalado de los niveles de sobrepresión.



Vista de unidad de reanimación postanestésica

21.- Reanimación postoperatoria. Normalmente se dispone de 1,5 a 2 puestos por quirófano con una superficie de 12 a 15 m² por puesto. Entre ejes de las camas o camillas debe haber 2,5 m.

El enfermo no permanece en esta unidad normalmente más de seis horas, con un promedio de 45 minutos. En algún hospital este espacio se utiliza como una UCI postquirúrgica de reanimación prolongada por un tiempo comprendido entre 24 y 48 horas.

22.- Puesto de control de reanimación. La función del control de reanimación es similar a la de un control de unidad de enfermería, hospital de día o UCI y cuenta con todas las dependencias habituales de apoyo. Precisa de unos 11 m² para dos personas.

23.- Almacén material reanimación. Se almacenan los productos consumibles y de re-puesto utilizados en inducción y reanimación. Suele ocupar una superficie comprendida entre 8 y 10 m².

24.- Almacén equipos de reanimación. Se guardan aparatos, la mayoría en estado de recarga, que pueden ser trasladados a cualquier punto de la unidad.

Pueden incluir carros de curas, aparato móvil de rayos X, bombas infusión, equipo resucitación, aspiradores móviles, etc. Suele tener entre 10 y 12 m². Dispone de una estación de la red de tubo neumático.

25.- Oficio limpio. Junto y como apoyo al control de la unidad. Suele incluir el armario informatizado de medicación. Precisa una superficie de 8 a 10 m².

26.- Oficio sucio. Junto y como apoyo al control de la unidad. Precisa de una superficie de 6 a 8 m².

27.- Office. Para atender necesidades de los pacientes durante su estancia en la unidad. Precisa una superficie de unos 6 m².

28.- Almacén ropa limpia. Se almacenan los productos textiles usados en la unidad. Se precisa una superficie comprendida entre 4 y 6 m².

29.- Almacén ropa sucia. A veces esta dependencia está unificada con la sala de residuos. Si es una sala independiente se precisa una superficie de 4 m².

30.- Local de residuos. Almacena las bolsas de residuos clasificadas según niveles de riesgo. Incluye un equipo lavadesinfectador o destructor de cuñas. Precisa una superficie de unos 6 m².

31.- Limpieza. En esta sala se guarda el carro y productos de limpieza. Suele incorporar un vertedero. Se precisa una superficie de unos 4 m².

CARACTERÍSTICAS DE UN BLOQUE QUIRÚRGICO

Los pacientes de CMA (Cirugía mayor ambulatoria) antes y después de acceder al quirófano pasan por la unidad de UCSI (Unidad de cirugía sin ingreso) que presenta el siguiente esquema:

Los espacios del esquema de la UCSI son los siguientes:

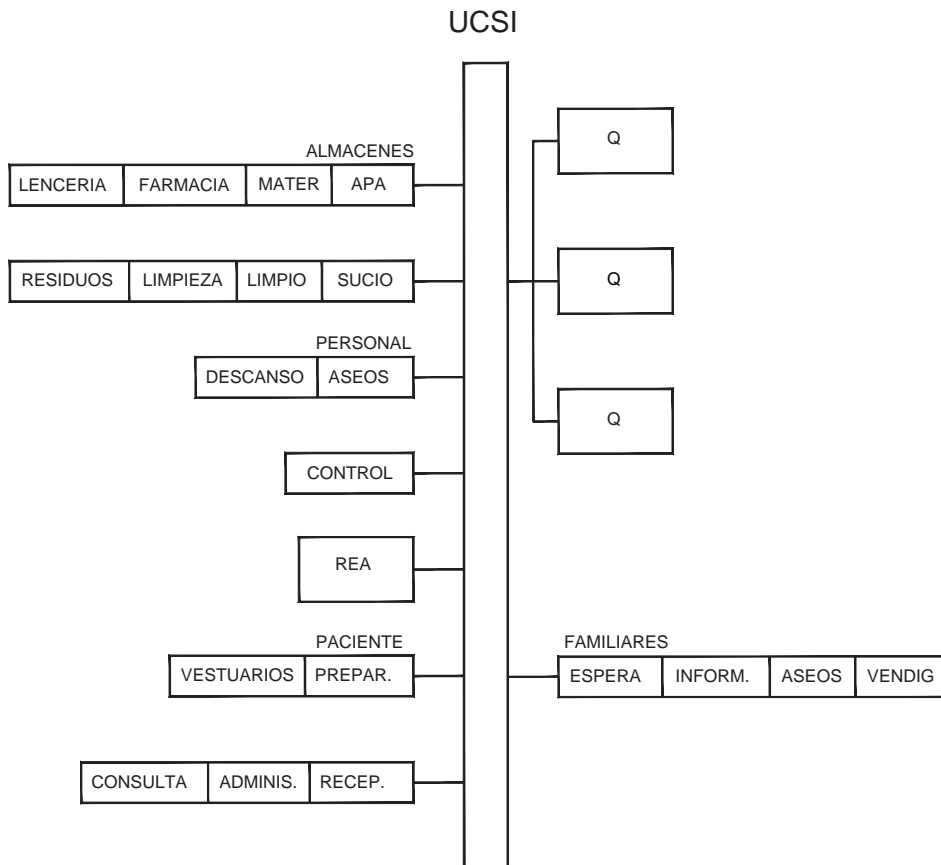


Fig 4.- Esquema de espacios de la UCSI

1.- Sala de espera de familiares. El tamaño de la sala depende del número de quirófanos y de pacientes que utilizan la CMA. Se considera 1,5 familiares por paciente atendido y una superficie de 1 m² por persona prevista para la sala de espera.

2.- Aseos familiares. Junto a la sala de espera para los familiares. Se debe incluir un aseo adaptado. Su número depende del número de personas previstas en la sala de espera.

3.- Zona de vending. Junto a la sala de espera para atención a los familiares. Se precisa un espacio de unos 6 m².

4.- Control y recepción. Realiza la función de una primera atención a los pacientes en su presentación al servicio. Precisa de unos 11 m² para dos personas.

5.- Despacho admisiones. Se realiza la función de admisión de los pacientes. Puede incluir varios puestos de atención con la adecuada separación. Se precisa una superficie comprendida entre 9 y 12 m².

6.- Despacho información. En esta sala el personal facultativo informa a los familiares. Se precisa una superficie comprendida entre 6 y 9 m².

7.- Consulta. En conveniente disponer de una consulta para atender previamente a algunos pacientes. Se precisa una superficie de unos 12 m².

8.- Vestuarios pacientes. Destinados a los pacientes, con separación por sexos e incluyendo grupos de aseos. Deben existir taquillas individuales para cada paciente. Se precisa una superficie de unos 16 a 20 m² y 5 m² para los aseos para cada vestuario.

9.- Preparación enfermos. Se prepara al enfermo antes de la operación. Se precisa de un espacio libre comprendido entre 0,75 y 1 m a cada lado de la camilla. Suele ser un espacio abierto con varios puestos o un conjunto de boxes cerrados. Se precisa una superficie comprendida entre 8 y 10 m² por puesto abierto, o 12 m² para cada box cerrado.

10.- Recuperación y adaptación al medio. Donde los pacientes esperan después de la operación en camillas o sillones adaptables y donde se les realiza una revisión antes de su salida de la unidad. Existen unidades con boxes cerrados que unifican las funciones de preparación previa del enfermo, vestuario y recuperación del enfermo. Se precisa una superficie de unos 10 m² por puesto de recuperación abierto o 12 m² por box cerrado.

11.- Control de enfermería de la UCSI. La función de control de enfermería interior que atiende a las zonas de preparación y de recuperación de los pacientes es similar a la de un control de una unidad de enfermería, hospital de día o UCI y cuenta con todas las dependencias habituales de apoyo. Precisa de 11 m² para dos personas. Dispone de una estación de la red de tubo neumático.

12.- Oficio limpio. Junto y como apoyo al control de la unidad. A veces incluye el armario informatizado de medicación. Precisa una superficie de 8 a 10 m².

13.- Oficio sucio. Junto y como apoyo al control de la unidad. Precisa de una superficie de 6 a 8 m².

14.- Office. Para atender necesidades de los pacientes durante su estancia en la unidad. Precisa una superficie de unos 6 m².

15.- Local de residuos. En este espacio se recogen las bolsas selladas y clasificadas según grupos de riesgo de los residuos y las bolsas de ropa sucia de la unidad. Se precisa una superficie comprendida entre 4 y 6 m². Incluye un equipo lavadesinfectador o destructor de cuñas.

16.- Limpieza. En esta sala se guarda el carro y los productos de limpieza. Suele incorporar un vertedero. Se precisa una superficie de unos 4 m².

17.- Aseos de personal. Para el personal de la unidad. Normalmente este personal utiliza los vestuarios generales del hospital.

18.- Sala de descanso del personal. Espacio multifunción que sirve para descanso del personal, como sala de trabajo y de reuniones del personal. Se precisa una superficie de unos 15 m².

19.- Almacén medicación. Cuando los armarios informatizados de medicación no están situados en el control de la unidad se precisa disponer de un almacén para estos armarios y una nevera. Se precisa una superficie de unos 5 m².

20.- Almacén de materiales. Se almacenan los productos consumibles y de repuesto utilizados en la unidad. Suele ocupar una superficie comprendida entre 8 y 20 m².

21.- Almacén ropa limpia. Se almacenan los productos textiles usados en la unidad. Se precisa una superficie comprendida entre 4 y 6 m².

22.- Almacén aparatos. Se guardan aparatos, la mayoría en estado de recarga, que pueden ser trasladados a cualquier lugar de la unidad. Puede incluir carros de curas, aparato móvil de rayos X, bombas de infusión, equipo de resucitación, aspiradores móviles, etc. Suele tener de 10 a 12 m².

2.4 Relaciones con otros servicios del hospital:

Es importante la correcta situación del bloque quirúrgico en el hospital, en función principalmente al tipo de relación con otros servicios.

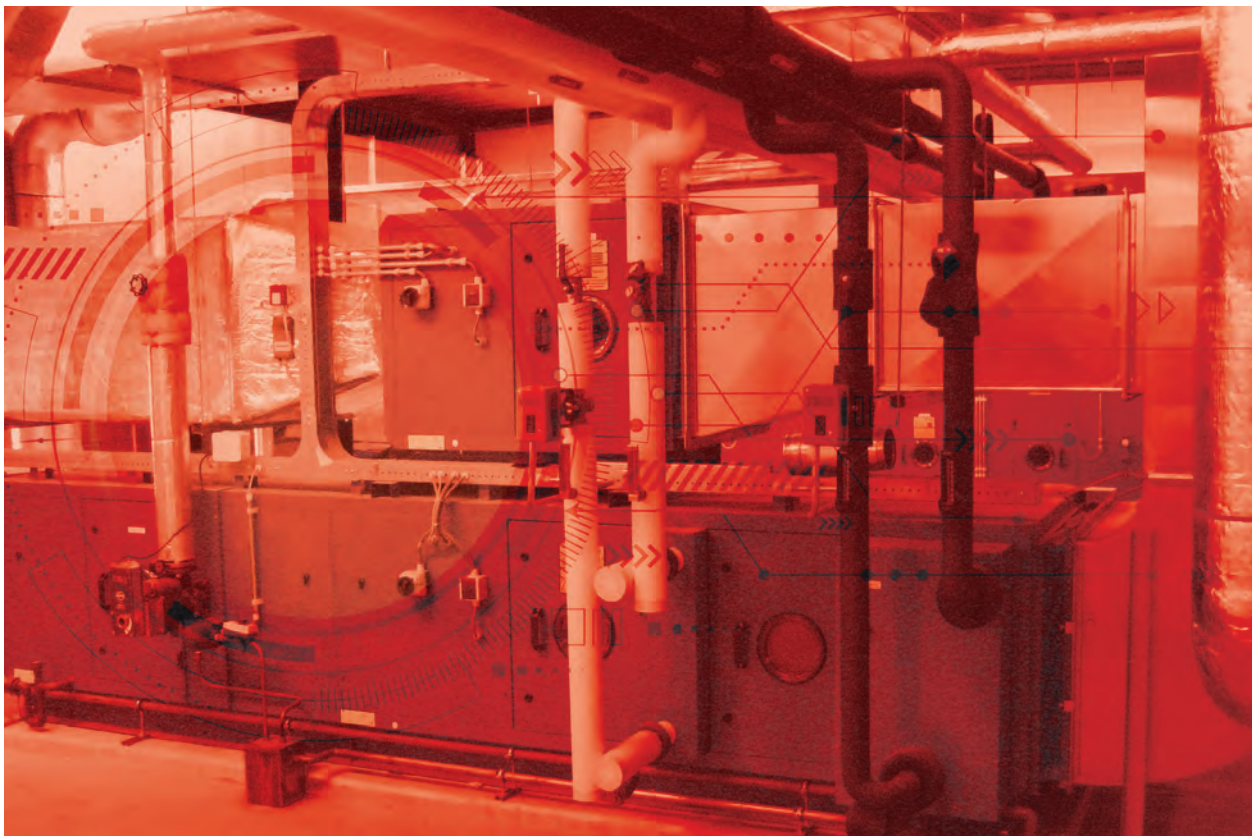
Con algunos servicios la relación es prioritaria, con recorridos fáciles y preferentemente horizontales:

- ◆ **Urgencias:** Especialmente importante su proximidad sobre todo si los quirófanos empleados en urgencias se encuentran en el bloque quirúrgico general.
- ◆ **UCIs general y neonatal:** Para el traslado rápido desde la UCI al bloque quirúrgico y para el traslado de reanimación postoperatoria a la UCI.
- ◆ **Banco de sangre, laboratorio y farmacia:** Para el suministro habitual y de urgencia de productos o resultados de estos servicios.

Con otros servicios del hospital también es recomendable la proximidad y buena comunicación, pero no tan prioritaria:

- ♦ **Central de esterilización:** Favorece la llegada del material esterilizado (instrumental, un solo uso y textil) y el transporte del material sucio a esterilizar.
- ♦ **Bloque obstétrico:** Especialmente si el bloque obstétrico no dispone de sala preparada para hacer cesáreas de urgencias.
- ♦ **Entrada del hospital:** Especialmente para los pacientes de la unidad de cirugía sin ingreso.
- ♦ **Unidades de enfermería:** Para el traslado al bloque quirúrgico de los pacientes ingresados y para el retorno desde reanimación postoperatoria a la unidad de hospitalización correspondiente.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



3.

CLIMATIZACIÓN

3.1. Funciones de la instalación de climatización

3.2. Componentes del sistema de climatización

3.3. Ejecución

3. CLIMATIZACIÓN

3.1 Funciones de la instalación de climatización

La función principal de la instalación de climatización es la de proporcionar una calidad de aire interior adecuada mediante un nivel de ventilación y filtraje satisfactorio, así como un confort en las condiciones medioambientales, manteniendo en un rango definido la temperatura y la humedad relativa, como en el resto de edificios y de estancias del hospital.

Se debe cumplir la UNE 100713 “Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales”, ya que es la única norma española de referencia, y además el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) indica que sus valores son válidos. ASHRAE 170 es otra normativa de referencia internacional cuyos requerimientos son, en general, ligeramente menos restrictivos.

Esta norma establece desde el punto de vista higiénico dos clasificaciones de los locales:

- ♦ **Local clase I:** con exigencias muy elevadas. Tres niveles de filtración.
- ♦ **Local clase II:** con exigencias habituales. Dos niveles de filtración.

En ambos casos, se deben instalar prefiltros que permitan un filtraje de las partículas más gruesas y reduzca la obturación del resto de filtros.

Los quirófanos, el pasillo limpio, los almacenes de equipos y material de acopio, el material estéril, así como la sala de recuperación o despertar son considerados locales clase I.

El resto de zonas del bloque quirúrgico se pueden considerar como clase I o clase II, dependiendo de la distribución del mismo y sus necesidades. En todo caso, se deberá prestar especial atención a la regulación de las sobrepresiones del flujo de aire entre estancias para evitar el trasvase de aire desde los locales más sucios a los más limpios.

Desde el punto de vista de la eficacia del sistema de climatización en preservar de partículas contaminantes el aire introducido en un quirófano o recuperación postoperatoria, estos se pueden clasificar según la siguiente nomenclatura: tipo A, tipo B o tipo C

Para determinar la clasificación de las salas se utilizan o bien la norma americana FS 209E o la ISO 14.644-1, siendo esta última las más habitual. Cualquier norma de clasificación que se escoja determina la clasificación de las salas en función del tamaño de las partículas encontradas en ella y del número total de las mismas. En estas condiciones los quirófanos tipo A son los correspondientes a una ISO-5/6 según ISO, los tipo B son ISO-7 y por último los tipo C son ISO-8. En este último apartado están englobadas las salas de partos. La siguiente tabla muestra las principales características para cada tipo de quirófano.

Clasificación según UNE 100713	Clase A	Clase A	Clase B	Clase C
Clasificación según ISO 14644	ISO 5	ISO 6	ISO 7	ISO 8
Tipo de flujo	Laminar	Turbulento	Turbulento	Turbulento
Caudal mínimo de aire exterior	1.200 m ³ /h	1.200 m ³ /h	1.200 m ³ /h	1.200 m ³ /h
Grado de contaminación µs (según UNE100713)	1	1	1	1
Concentración relativa de gérmenes máxima admisible ϵ_{SI} (según UNE100713)	2/3	2/3	1	1
Caudal mínimo de aire de impulsión en movimiento $2400 \times \mu s / \epsilon_{SI}$	3.600 m ³ /h	3.600 m ³ /h	2.400 m ³ /h	2.400 m ³ /h
Recirculaciones por hora mínimas / recomendadas	20 / 80	20 / 40	20 / 25	15 / 15

Fuente: "Guía de buenas prácticas para la seguridad y la sostenibilidad del área quirúrgica". Calsalut, 2012. Respecto a la velocidad del aire en la salida del difusor laminar, ésta puede ser entre 0,25 y 0,40 m/s, siendo 0,35 m/s la más recomendable para obtener un grado de confort y eficiencia óptimo.

Quirófano tipo A

Son quirófanos especializados, con un sistema de climatización con un alto coste de implantación y de explotación. Por ello su uso se recomienda en quirófanos de muy altas prestaciones (cirugía cardíaca, trasplante de órganos, neurocirugía e implantación de prótesis) en los que se necesita un ambiente lo más estéril posible, ya que una posible infección podría tener graves consecuencias.

Esto se consigue instalando un sistema de difusión de aire laminar en el interior de la sala. Para ello se incrementa el volumen de aire a impulsar de tal forma que en la zona tratada (zona sobre a la mesa de operaciones) se consiga una renovación de aire tal que desplace todo el aire de esta zona e impida que penetre aire de las zonas limítrofes a la zona del enfermo. Funciona como un pistón de aire que desplaza una gran corriente de aire. Para conseguir el efecto buscado se necesitan entre 40-80 movimientos/hora con al menos 1.200 m³/h de aire exterior que permitan mantener la concentración de los gases de anestesia y desinfectantes dentro de un nivel aceptable.

El retorno se coloca, si es posible, en las cuatro paredes o esquinas (al menos se recomienda en dos paredes opuestas) y con 2/3 de caudal evacuado por rejillas ubicadas en la parte inferior de la pared a unos 15 cm. del suelo. El resto de caudal se extrae por la parte superior de la pared. Con ello se consigue una recirculación de todo el aire de la sala evitando estancamientos de aire. Además, se eliminan posibles gases inflamables (más pesados que el aire) que se acumularían en la parte inferior del quirófano.

Quirófano tipo B

Son los quirófanos más habituales. Se encuentran englobados en este ámbito todos aquellos que se encuentran dentro del bloque quirúrgico y no se encuentran englobados dentro de quirófano tipo A. Las intervenciones son convencionales o de urgencias.

La difusión de aire se efectuará normalmente con difusores rotacionales que crearán un régimen turbulento dentro del quirófano. El caudal es impulsado por los difusores desde el techo logrando una mezcla con el aire ambiente mediante inducción y con ello la dilución de contaminantes y la homogeneidad de temperaturas y de humedades relativas.

Al igual que en los quirófanos tipo A, el caudal de aire exterior será de cómo mínimo 1.200 m³/h, mientras que el caudal de impulsión se dimensionará con el mayor entre 20 movimientos por hora o 2.400 m³/h.

El retorno se realiza de idéntica manera que en los quirófanos de clase A.

Quirófano tipo C

Son quirófanos que no se encuentran dentro del ámbito del bloque quirúrgico, como pueden ser las salas de partos o los quirófanos de cirugía menor ambulatoria.

En estos espacios, se debería impulsar un mínimo de 15 movimientos por hora, con 1.200 m³/h de aire exterior.

El retorno puede hacerse por el techo ya que no hay gases con diferentes densidades como suele suceder en los otros tipos de quirófanos.

Unidad de Reanimación postoperatoria (URPA)

El sistema comúnmente empleado en recuperación postoperatoria consiste en un climatizador independiente del resto de zonas con un sistema de distribución de aire con 3 niveles de filtración, incluyendo difusión con régimen turbulento mediante difusores con filtros absolutos en el falso techo del local, que impulsarán un mínimo de 6 movimientos por hora y con un mínimo de 15 m³/h·m².

Al igual que en el caso de los quirófanos C, al no ser utilizados gases anestésicos combustibles no es necesario realizar el retorno por la parte inferior de la pared. Así que las rejillas del retorno se pueden instalar en techo.

Temperatura y humedad

En el bloque quirúrgico los criterios de confort son más específicos y deben cumplir unos requerimientos más estrictos, tanto para asegurar el confort térmico del personal asistencial como la seguridad del paciente. La temperatura del quirófano debe permanecer entre 22 y 26° C y la humedad relativa entre el 45 y 55 % según UNE 100713. En quirófanos de altas prestaciones (quirófano tipo A) hay determinadas intervenciones donde la temperatura debe poder descender hasta 17° o 18°C.

Cuando la instalación de climatización del quirófano se deja en stand-by con recirculación total del aire, sin aportación de aire exterior, se debe limitar que la temperatura no suba de 25°C y que la humedad relativa no supere los límites de 30 y 70%HR.

Sobrepresión

Debido al uso propio del quirófano (operaciones en la que en la mayoría de los casos el paciente se encuentra expuesto por la cirugía a la acción de los patógenos) se debe reducir la posibilidad de infección por vía aérea. Ésta es una de las funciones del sistema de climatización.

Para que se produzca una infección en el paciente se tienen que dar diversos factores: que la tasa de concentración de partículas infecciosas sea alta, que el tiempo de exposición sea el suficiente y que el nivel de defensas del paciente sea bajo.

El sistema de climatización debe funcionar de tal forma que reduzca la dosis o tasa de partículas por metro cúbico a valores inferiores a los considerados como posibles infecciosos y de acuerdo con el tiempo de exposición a ellas. Para ello se instalará un sistema compuesto por tres niveles de filtraje. Con ello se asegura que todo el aire introducido en el local esté libre de una tasa de concentración de partículas perjudiciales.

Pero debido a que las personas y el equipamiento médico están entrando y saliendo del quirófano se puede producir una contaminación de los espacios adyacentes que no disponen de este tipo de filtraje. Para minimizar este riesgo el sistema de climatización debe proporcionar una sobrepresión al quirófano respecto a sus locales adyacentes, evitando que cuando la puerta se abra penetre aire al interior del quirófano.

Para que la sobrepresión de aire sea válida el quirófano debe funcionar como una caja totalmente estanca: todos los huecos, soportes, equipos, conductos, etc. deben estar completamente sellados; las puertas tanto del lado de limpio como del lado de sucio deben ser estancas. Es recomendable la instalación de esclusas con las zonas no equipadas para ser consideradas como de clase I, para garantizar que la sobrepresión mantenida en dichas zonas se mantiene, aunque exista apertura de puertas. Existen estudios de dinámica de fluidos en los que se demuestra que, aunque exista sobrepresión en la zona de clase I respecto a las zonas adyacentes, al abrir una puerta se producen reflujos de aire desde la zona menos limpia a la limpia.

Aunque la normativa actual no establece valores predeterminados de sobrepresión, sino que solo pide asegurar la dirección del flujo de aire, como norma general se suele sobrepresionar los quirófanos entre 10 y 15 Pa respecto a los espacios adyacentes. La sobrepresión depende exclusivamente de la estanqueidad de los cerramientos del espacio, principalmente las puertas. Si los cerramientos no son altamente estancos resulta muy difícil conseguir los valores anteriores. En quirófanos clase C, se suele rebajar las exigencias para conseguir una presión diferencial de 5 Pa.

Con el personal quirúrgico trabajando en el interior del quirófano se producen movimientos de aire diferentes, estancamientos en algunas zonas y una mayor contaminación por entradas y salidas y por aporte de esas personas. Por ello el factor de contaminación más crítico es el número de personas que se encuentran en el interior del quirófano. Debido a ello se deben limitar al máximo.

Nivel de presión sonora

La misma norma UNE también establece el nivel de presión sonora máxima en 40 dB(A) para toda el área del bloque quirúrgico excepto para recuperación postoperatoria en la que se fija en 35 dB(A).



Climatizador de quirófano

3.2 Componentes del sistema de climatización

3.2.1 Aseguramiento del suministro

Es recomendable que se garantice el suministro de energía a la zona del bloque quirúrgico mediante equipos autónomos, ya que en el caso de un fallo continuo del suministro de compañía eléctrica (avería en subestación, en centro de seccionamiento, en línea de compañía, etc.), al menos, se podrían acabar de realizar las operaciones comenzadas y las futuras urgentes.

Para ello, tanto un equipo de producción de frío, como uno de calor, como los equipos de bombeo, los climatizadores y el sistema de gestión deberían suministrarse desde grupo eléctrico.

3.2.2 Climatizador

Para garantizar una buena regulación y que las operaciones de mantenimiento de un quirófano no afecten a otro es imprescindible disponer de un climatizador independiente por quirófano.

Es recomendable ubicar los climatizadores o unidades de tratamiento de aire lo más cerca del quirófano para reducir en la medida de lo posible las longitudes de los conductos de aire y fugas debidas al aumento de uniones entre tramos y a la tipología de fabricación de los mismos.



Sala de climatizadores del área quirúrgica

Es conveniente instalar los climatizadores en una galería técnica cubierta. Ello permitirá un mejor mantenimiento de los equipos, una vida más larga de los mismos y una contaminación menor de los espacios interiores.

Según la UNE 100173:

- ◊ La toma de aire deberá estar a 2,5 m. de la cubierta o tejado y del terreno y a 10 m. de lugares donde circulen vehículos.
- ◊ La descarga de aire deberá estar situada a una distancia que depende del caudal, velocidad y contaminación del aire de descarga. Se conducirá para evitar by-pass con la toma de aire.

Es recomendable que el climatizador esté certificado por Eurovent y tenga un nivel de estanqueidad L1 y F9 para las fugas admisibles según lo establecido en la norma UNE-EN 1886:2007 "Ventilación de edificios. Unidades de Tratamiento de Aire. Rendimiento mecánico". El aislamiento térmico y tratamiento de puentes térmicos dependen de la zona climática, no del tipo de espacio a tratar.



Componentes de un climatizador

Además de las características de la envolvente del climatizador, hay otros aspectos de interés a tener en cuenta para esta aplicación higiénica:

- ◊ Paredes interiores lisas con acabado lacado o en acero inoxidable, sin elementos cortantes o salientes
- ◊ Sellados entre módulos interiores y exteriores
- ◊ Ventiladores "Plug-fan" acoplados directamente al motor o "Plug-fan EC". Puede resultar interesante utilizar varias unidades de ventiladores Plug fan EC montados en un panel, tanto para impulsión como retorno, y tener en stock algún ventilador de repuesto para en caso de fallo poderlo sustituir rápidamente.

- Baterías accesibles desde ambos lados con un máximo por batería de 4 filas. Si es necesario más de 4 (por ejemplo, en frío) se doblará la batería, cada una con sus respectivos registros.
- Bandeja de condensados realizada en acero inoxidable y con pendiente para evitar agua estancada y extraíble para facilitar la limpieza.
- Enclavamiento de emergencia entre ventilador de extracción y de impulsión, para que en el caso de que el ventilador de impulsión se detenga también se pare el de extracción.

El silenciador, de ser necesario para alcanzar los niveles adecuados de presión acústica dentro de la sala, estará incorporado en el climatizador antes del segundo nivel de filtración.

El gasto energético de la instalación de climatización supone entre el 36 y el 46 % del gasto energético total de un hospital. Por ello se debe minimizar y buscar mecanismos y sistemas que consigan reducir este consumo en la medida de lo posible. En este sentido y aplicado a los climatizadores de los quirófanos es conveniente el uso de recuperadores de placas que cumplan con la normativa ERP.

No son recomendables los recuperadores entálpicos ya que su posibilidad de limpieza es muy limitada. Es mejor la utilización de recuperadores de placas. Los recuperadores deberán incluir un módulo de "free-cooling" que permita no recuperar energía cuando las condiciones exteriores son favorables.

Otra medida para mejorar el ahorro energético es disponer de la posibilidad de funcionamiento del quirófano en modo espera (stand-by). En este caso el quirófano se encontraría a un caudal reducido (habitualmente entre 2,0 y 2,5 movimientos/hora), aunque manteniendo la sobrepresión requerida. Este uso se puede dar cuando el quirófano se encuentra sin actividad. Tanto en las operaciones de limpieza como en las de mantenimiento el quirófano debe funcionar en modo normal. La instalación de climatización de quirófanos nunca debe pararse. Para el supuesto de paro de emergencia o mantenimiento es conveniente instalar unas compuertas de cierre motorizadas en la red de conductos.

En los quirófanos tipo A, en los que se necesite descender la temperatura del ambiente hasta 17°C en un momento de la operación, esto se puede lograr utilizando 2 baterías de frío. Una de ellas de agua convencional con la que podríamos conseguir hasta 20°C y otra de expansión directa con la que llegaríamos hasta los 17°C.

Una humedad adecuada es necesaria para garantizar el confort humano y para limitar la generación de posibles corrientes estáticas que podrían generar molestias a los usuarios. Para conseguir este punto en la mayoría de los casos será necesaria la instalación de humectación. Es recomendable la instalación de equipos autónomos de humectación por lanza de vapor. Aunque su consumo energético es más alto que en el resto de opciones su nivel higiénico es muy superior.

Otra opción a considerar en instalaciones grandes sería una instalación centralizada con producción de vapor por calderas y distribución hasta cada climatizador. En este caso hay que considerar que tanto las calderas como la red de tuberías no deben emitir ninguna sustancia que pueda contaminar este vapor de agua.

Los humidificadores autónomos son mayoritariamente eléctricos donde destacan dos principales tipos: electrodos o resistencias. El segundo caso tiene una mayor inversión, pero resultan altamente recomendables por el hecho de adaptarse fácilmente a una mayor tipología de aguas y tener una vida útil más larga.

3.2.3 Conductos

La misión de los conductos es transportar el aire tratado desde el climatizador hasta la difusión de la sala, conservando su caudal, temperatura, humedad y propiedades higiénicas.



Conductos de impulsión y retorno

Para ello, y como se ha comentado anteriormente, se recomienda que la red de conductos sea lo más corta posible, ya que es un punto probable de acumulación de suciedad.

Los conductos deben tener un coeficiente de rugosidad inferior a 0,3 mm para minimizar pérdidas de carga y focos de suciedad.

En ningún caso se podrán emplear conductos de fibra o con aislamiento interior.

Se recomiendan que sean de chapa galvanizada con unión preferiblemente tipo METU, que permite un desmontaje mecánico de todos los tramos del conducto y una estanqueidad mayor que el de junta engatillada.

Para garantizar su estanqueidad se sellarán todas las juntas del sistema de conductos. La clase de estanqueidad recomendada es C.

Se deberán instalar compuertas de limpieza según UNE-ENV 12097 y siempre en las cercanías a todas las compuertas de regulación y cortafuegos.

En ningún caso se podrán instalar conductos flexibles en el interior de las zonas clase I ya que no es posible su limpieza y no aguantan las presiones de trabajo.

3.2.4 Difusión

El diseño y colocación de los equipos de difusión dentro de un quirófano tiene la misión de preservar higiénicamente las heridas abiertas realizadas a los pacientes en el curso de la operación. Se utilizan dos sistemas de introducción del aire tratado dependiendo de las exigencias higiénicas finales deseadas, sistemas de aire multidireccionales (flujo turbulento) o sistemas de aire unidireccionales (flujo laminar).

Los sistemas de flujo turbulento se consiguen mediante un número reducido de difusores rotacionales o difusores laminares situados en el techo del local a velocidad elevada. El sistema intenta reducir el número de gérmenes mediante la dilución con el aire introducido. El retorno se realiza en las paredes laterales del quirófano y a dos alturas para conseguir que no queden zonas interiores sin ser barridas.

Los sistemas de flujo laminar se consiguen, en la mayoría de casos, mediante un único difusor laminar situado en el techo del quirófano cuyas medidas dependerán de la zona deseada a proteger. En estos sistemas el aire es introducido por un plenum situado en el techo a velocidad baja y constante, recorriendo uniformemente y verticalmente toda la sala y siendo extraído por las rejillas laterales. En realidad, el barrido no es totalmente uniforme por la existencia en la sala de equipamiento y personas, pero las trayectorias del aire en el interior de la sala son predecibles con aceptable exactitud, con lo que se garantiza la no contaminación de los pacientes. El recorrido que siguen las capas de aire se diseña de forma que la contaminación producida en el interior sea evacuada sin que se produzca diseminación en la sala y sin que alcance a las heridas de los pacientes.

El flujo unidireccional se utiliza en los quirófanos que requieren muy baja concentración de partículas o bacterias. En el flujo unidireccional la reducida velocidad del aire (alrededor de 0,25 a 0,4 m/s) propicia la deposición de partículas por los remolinos que se producen como consecuencia de la existencia de obstáculos no aerodinámicos en los contornos o un mobiliario en la sala. Velocidades menores que 0,25 m/s no son suficientes para el transporte de

partículas y velocidades mayores que 0,4 m/s provocan turbulencias y no aportan mejoras en el transporte de las partículas hacia la extracción del aire del local.

Los difusores de impulsión incorporarán los filtros absolutos.



Plenum del flujo laminar de un quirófano de alta tecnología

Es algunos casos es recomendable la instalación de un sistema de extracción de humos de equipos electromédicos que puedan generar humo, gases, etc., como el electrobisturí.

3.2.5 Filtraje

Para cumplir con la clasificación de los quirófanos se necesitan 3 niveles de filtraje. La clasificación de los filtros se realiza mediante la norma ISO 16890 para los filtros de partículas y la norma EN 1822 para los filtros HEPA y ULPA.

La eficacia del filtro se mide en función de tres diferentes fracciones de partículas PM1, PM2.5 y PM10 a una presión determinada. La normativa actual aún utiliza la antigua nomenclatura basada en la norma UN EN 779:2012, de modo que se han establecido equivalencias entre ambas normas, como, por ejemplo:

- ◊ M5 equivale a ISO ePM10 (50%)
- ◊ F7 equivale a ISO ePM1 (50%) o ISO ePM2.5 (65%)
- ◊ F9 equivale a ISO ePM1 (80%)

Para clasificaciones superiores se utiliza el método DOP que clasifica como "H" los filtro HEPA desde el grado 10 hasta el 14 y como "U" para los filtros ULPA desde el grado 15 al 16.



Diferentes tipologías de filtros

El tercer nivel de filtraje corresponde a un filtro absoluto de eficacia H13 (mayor de 99,95% de eficiencia) o H14 (mayor de 99,995% de eficiencia) instalado en la propia difusión de aire de la sala a tratar, según UNE 100713.

Debe instalarse un presostato diferencial que envíe una señal cuando alcance cierto valor de obturación, así como una sonda de presión diferencial en un filtro absoluto de cada sala para disponer de la lectura de su grado de ensuciamiento.

La sección de recuperación deberá ser protegida según RITE con un filtro al menos F6.

Si el ambiente exterior tuviera contaminación por gases se deberían instalar filtros de gases o filtros químicos.

3.2.6 Regulación

Todo el sistema de climatización debe estar controlado y regulado por un sistema de gestión centralizada formado por controladores con funcionamiento independiente y autónomo del bus de comunicaciones y del ordenador centralizado, de tal forma que puedan funcionar aunque el ordenador central o el bus de comunicaciones se encuentren fuera de servicio.

Es recomendable alimentar del grupo electrógeno y del SAI dicha instalación.

En quirófanos se debe impulsar siempre el mismo caudal de aire para asegurar las renovaciones de aire requeridas. El ventilador Plug fan de impulsión deberá disponer de un variador de

frecuencia que variará la velocidad de giro del ventilador a medida que el filtro absoluto se colmata (si se utilizan ventiladores plugfan EC, no será necesario el variador). Este variador estará comandado por una sonda de caudal de aire ubicada en el conducto de impulsión.

El ventilador plugfan de retorno deberá tener otro variador de frecuencia para asegurar la sobrepresión de la sala. Se instalará una sonda de presión diferencial entre el quirófano y el pasillo de limpio que comandarán este variador para que si no se consigue sobrepresión el caudal de este ventilador disminuya.

Es conveniente que en la propia sala de intervención exista un elemento que indique el estado del caudal, temperatura, humedad relativa y sobrepresión del quirófano y que con ese mismo elemento se puedan modificar dichos valores además de poder modificar el modo a quirófano en espera. Se recomienda que dicho elemento se instale en el panel de control.

Es conveniente disponer de tubo capilar para poder realizar lectura de la presión diferencial con sonda de presión diferencial portátil de precisión con las puertas y esclusas cerradas. Estos capilares se deben instalar entre quirófano y pasillo limpio, así como entre quirófano y pasillo sucio.

Es recomendable que la sonda de temperatura y humedad relativa se sitúe en ambiente.

Para el control de humedad, se debe contemplar dos procesos opuestos: humidificación y deshumidificación:

En el proceso de humidificación se comparará la humedad relativa en el conducto de retorno o en el ambiente del local con la humedad predeterminada en el punto de consigna. Si se crea una demanda o disminución de humedad, se transmitirá mediante una salida analógica (función proporcional integral derivativa), al sistema de control y modulará la producción de vapor en el humectador. Se instalará una sonda en el conducto de impulsión, a 1,5 metros del humidificador como mínimo, que actúe como limitadora y evite la saturación del aire.

El proceso de deshumidificación del aire que se introduce en una sala consta de dos pasos esenciales: enfriamiento o subenfriamiento hasta conseguir la humedad absoluta necesaria y postcalentamiento para impulsar a la temperatura deseada. Por consiguiente, este proceso precisa una batería de frío y una de calor:

- ▶ El primer paso se realiza a partir de la lectura de la sonda de humedad relativa situada en el conducto de retorno o en ambiente, que mediante lazo de regulación modulará la válvula de frío de manera que se enfríe el aire hasta condensar gran parte del agua contenida en el aire.
- ▶ A continuación, la batería de calor destinada a recalentar el aire aumentará la temperatura de impulsión para que se obtenga la temperatura de confort en sala. Eso se llevará a cabo mediante un lazo de comunicación entre la válvula de calor y la sonda de temperatura de impulsión situada en conducto.

3.3 Ejecución

Tal y como se ha comentado anteriormente, se deben planificar muy detalladamente los trabajos a realizar en el bloque quirúrgico, ya que su complejidad es grande, el número de oficios distintos y de personas ejecutando también y sus requerimientos higiénicos son máximos.

Es recomendable, por el polvo que se genera, que la obra civil (incluyendo albañilería, taladros, rozas, etc. y a falta de falsos techos) se encuentre completamente ejecutada antes del comienzo de las instalaciones, especialmente en cuanto a lo que respecta a los conductos de aire acondicionado.

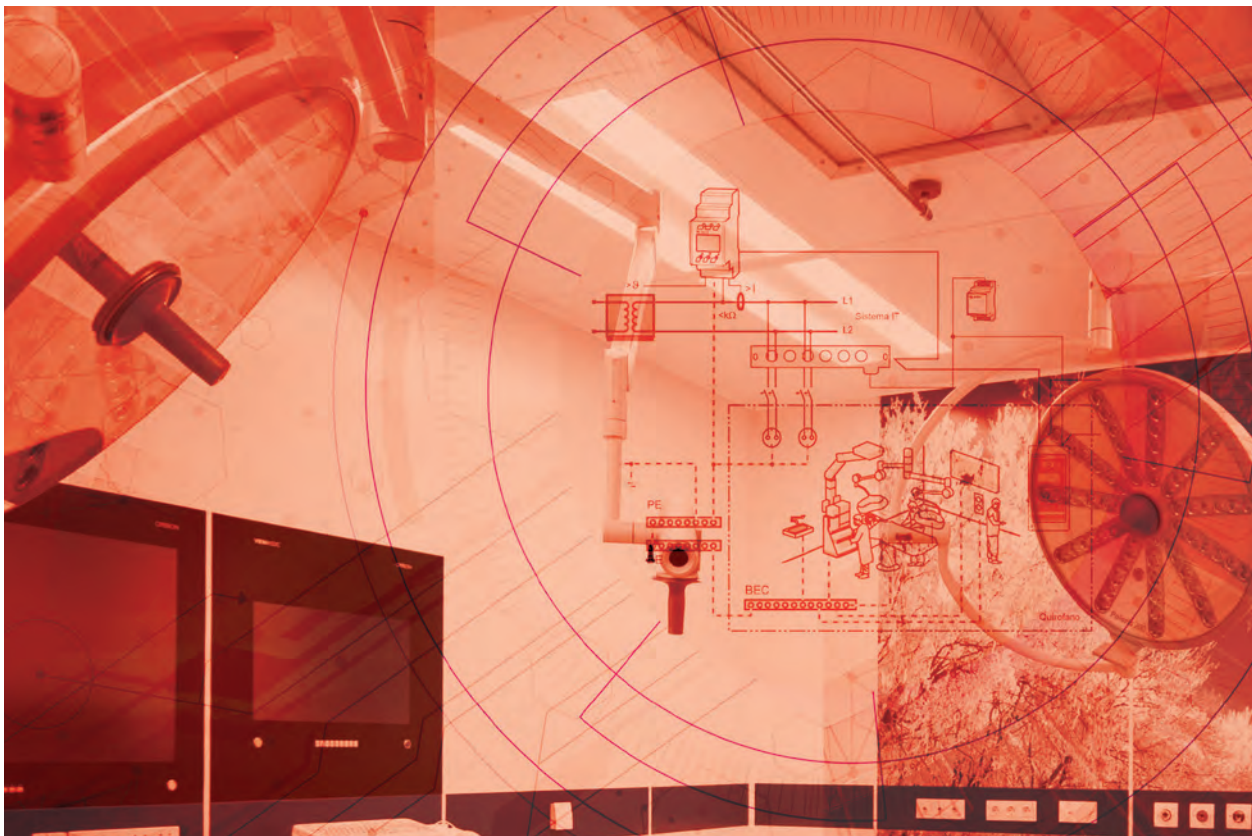
Es importante garantizar que, en todo el proceso desde fábrica, transporte, descarga y, sobre todo, acopio y montaje los conductos se encuentran cerrados y sin posibilidad de acumular polvo o suciedad del ambiente.

Al final de cada día se deben tapar (con un plástico o cartón) los conductos que se encuentren abiertos.

En cuanto a registros, no se debe prever ningún registro en el interior del quirófano por lo que los elementos que lo necesiten deberán ser colocados en las zonas limítrofes, si puede ser en el pasillo sucio.

Un aspecto a tener en cuenta es la altura necesaria en interior de falsos techos. No son recomendables alturas inferiores a 100 cm libres descontando el descuelgue de las vigas.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



4.

ELECTRICIDAD

- 4.1 Funciones de la instalación eléctrica
- 4.2. Alumbrado normal
- 4.3. Alumbrado de emergencia
- 4.4. Suministro eléctrico. Garantía

4. ELECTRICIDAD

4.1 Funciones de la instalación eléctrica

Las infraestructuras sanitarias, en general, tienen condicionantes específicos desde el punto de vista de las instalaciones eléctricas; pero es en zonas como los bloques quirúrgicos donde el nivel de exigencia es mayor. Ello viene motivado por los requisitos de las actividades que en ellos se desarrollan y la criticidad del estado de los pacientes.

Las instalaciones eléctricas deben contribuir a garantizar las siguientes funciones dentro del bloque quirúrgico:

- ♦ Alumbrado normal.
- ♦ Alumbrado de emergencia.
- ♦ Suministro eléctrico.
- ♦ Seguridad de las personas.

Dentro del bloque quirúrgico existe una zona especialmente sensible, y se trata del quirófano. El concepto de sala de intervención requiere de una explicación más detallada, ya que se hará referencia al mismo en los apartados siguientes.

El REBT (Reglamento electrotécnico de baja tensión) dedica su instrucción ITC-BT-38 a los requisitos particulares para la instalación eléctrica en los quirófanos y las salas de intervención; pero sin aclarar demasiado lo que debe entenderse por "sala de intervención".

Asimismo, el REBT prescribe la conexión de las masas metálicas de los "receptores invasivos" a un embarrado común de equipotencialidad. También indica que deben alimentarse a través de transformadores separadores. En este caso sí da una definición de "receptor invasivo".

Se entiende por "receptor invasivo eléctricamente": aquel que desde el punto de vista eléctrico penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o a través de la superficie corporal. Esto es, aquellos productos que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente. A título de ejemplo pueden citarse, electrobisturíes, equipos radiológicos de aplicación cardiovascular de intervención, ciertos equipos de monitorización, etc. Los receptores invasivos deberán conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

Asimismo, la ITC-BT-38 obliga al empleo de transformadores de aislamiento en los quirófanos o salas de intervención para "aquellos equipos en los que una interrupción de suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado, así como para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse".

Es la norma UNE-HD 60364-7-710 la que describe el concepto de "sala de intervención". En la norma se clasifica a los locales de uso médico dentro de tres grupos, desde el punto de vista eléctrico, denominados como grupo 0, grupo 1 y grupo 2.

Dentro del grupo 1 se incluyen los locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizados equipos de electromedicina unidos a la alimentación general.

- ✦ Con partes aplicadas al exterior del cuerpo; o
- ✦ Con partes aplicadas a los fluidos corporales, pero no al corazón.

Dentro del grupo 2 se incluyen los locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes de los equipos de electromedicina unidos a la alimentación general, aplicadas al o en el corazón por procedimientos intracardiacos. En estos locales se prescribe el uso de un sistema IT (neutro aislado con transformador de aislamiento).

Se entiende como procedimiento intracardiaco la definición que hace la misma norma UNE 60364 en el apartado inicial de definiciones, resultando que: es un procedimiento por el cual un conductor eléctrico se sitúa en el interior del corazón de un paciente o es susceptible de entrar en contacto con el corazón, siendo ese conductor accesible desde el exterior del cuerpo del paciente. A este respecto, se entiende por conductor eléctrico tanto los cables aislados como por ejemplo los electrodos de los estimuladores o los electrodos intracardiacos para los ECG (electrocardiogramas), como a los tubos aislados rellenos de fluidos conductores.



Diferentes ejemplos de torreta y bandeja portaequipos en interior quirófano

La norma indica que la clasificación de locales viene ligada al tipo de contacto entre una parte aplicada y el paciente. La clasificación deberá ser hecha de acuerdo con el cuerpo médico o la organización encargada de sanidad y siempre a criterio de proyectista, ya que sobre éste último reside la responsabilidad facultativa de la legalización ante los servicios de Industria.

La norma, además, indica unas tablas de clasificación de locales a modo de ejemplo, en concreto la tabla B.1 que facilita la lista de ejemplos a título puramente informativo.

De todo ello se deduce que deben considerarse la totalidad de los locales del grupo 2 y algunos de los locales del grupo 1 de la norma como potenciales salas de intervención a efectos del REBT. Se utilizarán las definiciones de sala de grupo 1,2 y de receptor invasivo para considerar un local como "sala de intervención".

Según la norma, y siempre dentro del área de estudio del bloque quirúrgico, se considerarán como locales de grupo 2 los quirófanos y antequirófanos, y como locales de grupo 1 las salas de anestesia y las de reanimación postanestésica, si bien recomendamos que esta última ascienda a categoría de grupo 2.

4.2 Alumbrado normal

Las instalaciones de alumbrado de las zonas del bloque quirúrgico deberán diseñarse de acuerdo al Código Técnico de la Edificación (CTE). Dos son las secciones que tratan los diferentes aspectos de la iluminación:

- ♦ Sección SU4: seguridad frente al riesgo de iluminación inadecuado.
- ♦ Sección HE3: condiciones de las instalaciones de iluminación.

La sección SU4 tiene como objetivo básico "reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios" y establece unos valores mínimos de nivel de iluminación. Contempla sólo aspectos de seguridad.



Diferentes tipos de lámparas de quirófano

La sección HE3 establece parámetros y criterios de cálculo de las instalaciones para que la iluminación sea eficiente desde el punto de vista energético y sea adecuada a las necesidades según el uso del local y la tarea a realizar. Se define un índice de la eficiencia energética y la necesidad de encendido de la iluminación por zonas y el control y regulación de la iluminación en función de la luz natural.

El índice que mide la eficiencia energética es el denominado “Valor de eficiencia energética de la instalación” o VEEL. Determina la potencia eléctrica instalada para una referencia de 1 m² y 100 lux. La potencia eléctrica incluirá la de la lámpara y la del equipo auxiliar. Cuanto mayor sea el índice, mayor será el consumo eléctrico y por tanto menos eficiente será el sistema.

Se establecen valores máximos admisibles de VEEL en función de la zona y se indican en la tabla 3.1 de DB-HE3. A continuación se adjuntan una selección de zonas de la tabla que pueden considerarse en el bloque quirúrgico:

- ♦ Salas de diagnóstico: 3,5
- ♦ Habitaciones de hospital: 4,0
- ♦ Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas: 4,0
- ♦ Zonas comunes: 4,0
- ♦ Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux: 2,5
- ♦ Recintos interiores no incluidos en el listado de la tabla 2.1: 4,0

Así mismo se establecen valores máximos de potencia instalada en el edificio, atendiendo al uso del mismo. Estos valores se indican en la Tabla 2.2. de HE3.

Para uso hospitalario (de tabla 3.2): 10W/m²

La norma UNE 21464.1:2012 clasifica las diferentes áreas interiores y establece los requisitos de iluminación de cada una de ellas, indicando los valores mínimos de los siguientes parámetros:

- ♦ Iluminancia media (Em) expresada en luxes. En áreas donde pueden llevarse a cabo tareas con diferentes requisitos sería adecuado que el sistema fuera regulable para darle flexibilidad.
- ♦ Índice de deslumbramiento unificado (UGR). El deslumbramiento excesivo supone estrés visual y dificulta las condiciones de trabajo del personal sanitario.
- ♦ Uniformidad de iluminancia (U0). Es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media.
- ♦ Índice de rendimiento de color (Ra). La reproducción de los colores de la manera más fiel posible es un requisito crucial en salas de intervención, quirófanos, preoperatorias y de recuperación, donde se indican valores mínimos de 90 sobre 100.

Así mismo se tiene en cuenta la relación entre la iluminación en el área donde se desarrolla la tarea y el área circundante para evitar la fatiga debida al excesivo contraste y facilitar la acomodación. En el quirófano se demandan de 10.000 a 100.000 lux en el área de operación y una iluminación de áreas circundantes de 500 lux.

La norma incorpora tablas específicas para establecimientos sanitarios, que se adjuntan a continuación:

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
						Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes
5.37.1	Salas de espera	200	22	0,40	80	
5.37.2	Pasillos: durante el día	100	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
5.37.3	Pasillos: limpieza	100	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
5.37.4	Pasillos: durante la noche	50	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
5.37.5	Pasillos con usos múltiples	200	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo
5.37.6	Salas de día	200	22	0,60	80	
5.37.7	Montacargas, ascensores para personas y visitantes	100	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo
5.37.8	Ascensores de servicio	200	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo

Tabla 5.37 - Establecimientos sanitarios - Salas para uso general

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
5.38.1	Oficina de personal	500	19	0,60	80	
5.38.2	Salas de personal	300	19	0,60	80	

Tabla 5.38 - Establecimientos sanitarios - Salas de personal

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
						Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes
5.39.1	Alumbrado general	100	19	0,40	80	
5.39.2	Alumbrado de lectura	300	19	0,70	80	
5.39.3	Exámenes simples	300	19	0,60	80	
5.39.4	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
5.39.5	Alumbrado nocturno, alumbrado de observación	5	-	-	80	
5.39.6	Cuartos de baño y servicios para pacientes	200	22	0,40	80	

Tabla 5.39 - Establecimientos sanitarios - Salas de espera, salas de maternidad

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L -	U _o -	R _a -	Requisitos específicos
5.40.1	Alumbrado general	500	19	0,60	90	≤ 4 000 ≤ K TCP 5 000 K
5.40.2	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	

Tabla 5.40 - Establecimientos sanitarios - Salas de examen (general)

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L	U ₀	R _a	Requisitos específicos
5.44.1	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
5.44.2	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	80	

Tabla 5.44 - Establecimientos sanitarios - Salas de parto

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L	U ₀	R _a	Requisitos específicos
5.46.1	Salas preoperatorias y de recuperación	500	19	0,60	90	
5.46.2	Salas de operación	1 000	19	0,60	90	
5.46.3	Quirófano					Em : 10 000 lx a 100 000 lx

Tabla 5.46 - Establecimientos sanitarios - Áreas de operación

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em lx	UGR _L	U ₀	R _a	Requisitos específicos
5.47.1	Alumbrado general	100	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo
5.47.2	Exámenes simples	300	19	0,60	90	Iluminancia a nivel de cama
5.47.3	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	Iluminancia a nivel de cama
5.47.4	Vigilancia nocturna	20	19	-	90	

Tabla 5.47 - Establecimientos sanitarios - Unidades de cuidados intensivos



Sistema integrado de iluminación ambiente en techos de flujo laminar

Recomendaciones:

- ◊ Incrementar los niveles de iluminación ambiente en quirófanos hasta los 750-1000 lux para reducir el contraste con la lámpara quirúrgica.
- ◊ Niveles de iluminación bajos para quirófanos de cirugía laparoscópica.
- ◊ Empleo de luminarias que permitan el cambio de color, tal como RGB, para llevar a cabo determinadas intervenciones.

- ◊ Uso de luz regulable. Flexibiliza el uso de los locales. Se recomiendan drivers regulables con margen de regulación de 0%-100%, tal como DALI.
- ◊ Establecer en proyecto el rendimiento del color de las lámparas y garantizar su cumplimiento en la ejecución del mismo. Ra de 90.
- ◊ Establecer en proyecto el índice de deslumbramiento y eficiencia de la luminaria y mantenerlo en la ejecución. UGRL de 19.
- ◊ Instalación de luminarias para ambientes estériles, tipo sala blanca o limpia, con IP (índice de protección) elevado en las salas consideradas como asépticas. El valor habitual se sitúa en torno a IP.65, cuyo primer índice nos indica la característica principal del material a colocar, cuerpo de la luminaria protegido contra el polvo y el segundo índice, cuerpo de la luminaria protegida contra los chorros de agua a presión .
- ◊ Colocación de luminarias del tipo reflejado para exposiciones cenitales sobre pacientes encamados, este tipo de luminarias mejora el confort, reduce los procesos de ansiedad y está especialmente indicada en lugares como reanimación postanestésica.
- ◊ Instalación de sistemas de iluminación que reproducen el ciclo circadiano. La reproducción del ciclo diario del sol tiene una incidencia directa sobre el comportamiento y bienestar de las personas. Este concepto es recogido por la certificación WELL, que mide el impacto de los edificios sobre la salud y el bienestar de los ocupantes.
- ◊ Disponer, siempre que sea posible, de iluminación natural controlable en el interior del quirófano.



Vista interior de quirófano con iluminación natural



Vista interior de quirófano

4.3 Alumbrado de emergencia

Debe preverse un sistema de alumbrado de emergencia para el caso de fallo del alumbrado normal.

Características del alumbrado de emergencia:

♦ Actuación de forma automática en un tiempo máximo de 0,5 s y cuando un fallo de tensión sobre el alumbrado general esté por debajo del 70% de su valor nominal.

Tipos de alumbrado de emergencia:

- ♦ Alumbrado de seguridad.
 - Alumbrado de evacuación: permite el reconocimiento y la utilización de los medios o recorridos de evacuación.
 - Alumbrado ambiente o anti-pánico: evita el riesgo de pánico identificando el acceso a rutas de evacuación y facilitando la identificación de obstáculos.
 - Alumbrado de zonas de alto riesgo: permite la interrupción con seguridad de trabajos en actividades potencialmente peligrosas o en un entorno peligroso.
- ♦ Alumbrado de reemplazamiento: alumbrado que permite la continuidad de las actividades normales.

Autonomía del alumbrado de emergencia (seguridad y reemplazamiento):

- ❖ Alumbrado de seguridad
 - 1 hora en general.
 - 2 horas en áreas de hospitalización.
- ❖ Alumbrado de reemplazamiento en salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, salas de curas, paritorios y urgencias:
 - Autonomía de 2 horas.
 - Nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal.

Una solución ampliamente utilizada en alumbrado de seguridad es el uso de bloques autónomos, pudiendo utilizarse un mismo equipo para cumplir varias funciones del alumbrado de seguridad, por ejemplo, evacuación y anti-pánico. No obstante, el reglamento también permite la utilización de sistemas de alimentación ininterrumpida para cumplir este cometido.

Recomendaciones:

- ❖ Autonomía de 2 horas del alumbrado de seguridad en todo el bloque quirúrgico.
- ❖ Uso de SAIS para garantizar el alumbrado de reemplazamiento. Se debería utilizar cableado y canalizaciones resistentes al fuego, dado que en este caso las luminarias pasarán a ser servicios de seguridad (ITC-BT-28).
- ❖ Uso de lámpara quirúrgica con batería de 2 horas y transformador independiente bien a base de baterías independientes o del sistema de alimentación ininterrumpida del quirófano.

4.4 Suministro eléctrico. Garantía

Dada la continua utilización de equipos electromédicos en sistemas de asistencia vital, la garantía del suministro eléctrico es de capital importancia.

El suministro al bloque quirúrgico no puede entenderse separado del centro hospitalario, del que depende. Un hospital con un sistema bien concebido, desde el punto de vista de la garantía de suministro eléctrico, tiene la seguridad de poder garantizarla también al bloque quirúrgico.

Según el REBT los centros hospitalarios son centros de pública concurrencia y como tales están sujetos a ciertas prescripciones de seguridad de suministro y, además, los quirófanos y salas de intervención están sujetos a prescripciones adicionales.

Se distinguirá entre:

- ❖ Garantía de suministro en locales de pública concurrencia.
- ❖ Garantía de suministro en quirófanos y salas de intervención.

4.4.1 Garantía de suministro en locales de pública concurrencia

Según el REBT, en su instrucción ITC-BT-28, los centros hospitalarios son centros clasificados como locales de pública concurrencia. Como tales deben garantizar el suministro eléctrico a servicios de seguridad en caso de fallo del suministro normal. Para ello deben dotarse de un suministro complementario al suministro normal.

Atendiendo al porcentaje de potencia del suministro complementario respecto al suministro normal que dictamina el art.13 y 14 del REBT, puede exigirse, en general:

- ♦ Suministro de socorro: 15% de la potencia normal.
- ♦ Suministro de reserva: 25% de la potencia normal.

Los sistemas que pueden utilizarse para disponer de suministro complementario pueden ser:

- ♦ Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.
- ♦ Generadores.
- ♦ Baterías de acumuladores.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que, cuando haya una única fuente para los servicios de seguridad, no podrá utilizarse ésta como reemplazamiento, es decir, para alimentar equipos que no sean de seguridad. Punto éste importante a la hora de determinar el número de generadores.

Soluciones habituales:

- ♦ Doble acometida de compañía.
- ♦ Grupos electrógenos.

4.4.2 Garantía de suministro en quirófanos y salas de intervención

El REBT, en su instrucción ITC-BT-38 obliga a disponer de “un suministro especial complementario” para los quirófanos y salas de intervención.

Características:

- ♦ Debe entrar en funcionamiento de modo automático en un máximo de 0,5 s.
- ♦ Debe soportar la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital.
- ♦ Autonomía mínima de 2 horas.
- ♦ Este suministro es independiente del suministro complementario obligado en ITC-BT-28. No puede aprovecharse el suministro complementario ni para garantizar el tiempo de conmutación ni la autonomía.

El hecho de que el tiempo de actuación sea tan corto, lleva en la práctica a contar con un sistema de SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida).

Tipos de SAIS:

- ♦ SAI estático: sistema electrónico que almacena la energía en baterías.
- ♦ SAI dinámico: sistema mecánico con inercia suficiente para evitar el corte, acoplado a un generador movido por un motor de combustión.

En adelante se hará referencia a SAIS estáticos, por ser los más ampliamente utilizados en la práctica.

La demanda de la autonomía de 2 horas plantea la incógnita de qué se entiende por “equipos de asistencia vital”. El SAI debe alimentar un transformador separador de una potencia determinada. Parecería excesivo considerar la potencia del transformador como la potencia a alimentar durante 2 horas, por el gran volumen y coste de las baterías necesarias. En fase de proyecto es primordial que el personal responsable defina la potencia de los equipos y su simultaneidad de utilización.

Configuraciones de SAIS:

- ♦ SAIS distribuidos. Se dispone un SAI individual para cada sala.
(En algunas comunidades autónomas es la única opción posible para quirófanos)
- ♦ SAI centralizado. Se dispone un SAI para alimentar un conjunto de salas .
(En algunas comunidades autónomas está prohibido para la alimentación de quirófanos)
- ♦ SAI centralizado redundante. El SAI centralizado dispone de 2 equipos, capaces cualquiera de ellos de soportar la totalidad de la potencia necesaria.
- ♦ SAIS modulares. Constituidos por un cuerpo común con varios módulos extraíbles en caliente.

Permite la ampliación de potencia y que algunos de los módulos actúen como redundantes. Así mismo facilita la sustitución fácil de módulos defectuosos sin afectar a la instalación.

- ♦ Combinaciones de las anteriores .

Ventajas de SAI distribuido:

- ♦ Cercanía del SAI al punto de utilización de la potencia. Se minimiza el número de elementos intermedios susceptibles de fallar.

Ventajas de SAIS centralizados:

- ♦ El local en que se instala está acondicionado especialmente en cuanto a temperatura, siendo este parámetro crítico para las baterías.
- ♦ El local es de acceso único al personal de mantenimiento, frente a pequeños equipos situados en los “pasillos de sucio”.

Recomendaciones de diseño:

- ♦ El SAI deberá poder soportar la corriente de conexión del transformador al que alimenta.
- ♦ La potencia nominal del SAI deberá ser capaz de alimentar la potencia nominal del transformador.
- ♦ La autonomía de 2 horas se mantendrá para un porcentaje de la potencia nominal del SAI, en función de la previsión de potencia de equipos de "asistencia vital" y la lámpara quirúrgica.
- ♦ Utilización de cable de tensión nominal 0,6 / 1 kV resistente al fuego (UNE-EN 50362 o UNE-EN 50200) con aislamiento y cubierta no propagadores del incendio (UNE-EN 50266) y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos (UNE-EN 50267-2-1) con parte proporcional de terminales y accesorios. Corresponderá a la clase de reacción al fuego mínima Cca-s1b,d1,a1 s/EN 5075. Garantizará el funcionamiento activo de los equipos durante 90 min y a temperaturas de 800° en caso de SAI centralizado.



Diferentes sistemas de alimentación ininterrumpida

4.4.3 Seguridad de las personas

Un paciente con sus facultades disminuidas acusa en mayor medida los efectos de la corriente eléctrica. Asimismo, debe tenerse en cuenta que la piel actúa como limitadora de la intensidad de la corriente eléctrica; en caso de estar la piel mojada o haberse realizado incisiones en la misma, el valor de la corriente eléctrica será más elevada en caso de contacto eléctrico.

El paciente está conectado a equipos de asistencia vital que deben estar siempre alimentados, no siendo aceptable una interrupción de suministro.

Según ITC-BT-38, para minimizar el riesgo para las personas, para la alimentación de los equipos en los que una interrupción de servicio puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado, debe emplearse un sistema que cumpla con las siguientes condiciones:

- ♦ Limitar la corriente de fuga.

- ◊ Evitar interrupciones de suministro.

El sistema utilizado para dichos equipos es el de neutro aislado (IT) que consta de:

- ◊ Transformador separador que alimenta dichos equipos, situado en cuadro eléctrico.
- ◊ Dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento en cuadro eléctrico, cuya denominación actual es Dispositivo de Detección del Aislamiento (DDA).

(El cuadro eléctrico debe situarse fuera de las salas, en sus inmediaciones y fácilmente accesible).

- ◊ Repetidor de DDA, situado en el quirófano o sala de intervención.
- ◊ Red equipotencial en la sala, para evitar diferencias de potencial entre masas metálicas.

Funcionamiento:

- ◊ En caso de un primer defecto la corriente es de valor despreciable y no actúan las protecciones.
- ◊ El DDA indica que ha habido un defecto
- ◊ El repetidor de DDA señala el defecto en la sala para apercebir al personal médico, de una posible situación de riesgo.
- ◊ Un segundo defecto puede provocar una corriente de valor elevado y la actuación de la protección del circuito de salida correspondiente, interrumpiéndose el suministro eléctrico a los equipos implicados.

Del funcionamiento se desprende que el personal médico debe avisar de forma urgente e inmediata al personal de mantenimiento del hospital, al producirse el primer aviso, para que solucionen el problema antes de dar lugar a un segundo defecto. Este último podría ser fatal, al dejar sin suministro eléctrico a determinados equipos de asistencia vital o a equipos necesarios para la intervención.



Vigilador de aislamiento y repetidor de alarmas (Imagen por cortesía de Afeisa)

Para facilitar la tarea de localización de la fuga y reducir al máximo la situación de riesgo o el tiempo de parada en los quirófanos, existen sistemas de localización de fugas para instalaciones de usos médicos, según normas europeas adoptadas como normas UNE.

Condiciones para la correcta implantación:

- ♦ Valores estrictos de la conexión equipotencial en la sala, según REBT. Tanto de todas las tomas de tierra de las bases de las tomas de corriente y de los equipos conectados, con una impedancia no superior a 0,2 Ohm, como de todas las partes metálicas de los elementos de la instalación accesibles por el personal médico, con una impedancia no superior a 0,1 Ohm. Además, estos embarrados de equipotencialidad deben estar conectados entre ellos y a la tierra general del edificio
- ♦ Coordinación de protecciones (selectividad) de los circuitos de salida del transformador respecto a la protección de entrada. Ello implica la elección de la protección y de una tensión de cortocircuito del transformador adecuadas; por este motivo en la etiqueta del transformador de aislamiento es obligatorio el marcado de la tensión de cortocircuito.
- ♦ Protección adecuada del transformador contra sobrecargas, evitando el sobredimensionarla para favorecer la adecuada selectividad, dado que podríamos desproteger la instalación eléctrica y el propio transformador.
- ♦ La ITC-BT-38 indica que "los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador". Dado que la protección contra los contactos indirectos en el primer defecto se realiza con el transformador de aislamiento que limita las corrientes de fuga y se vigila el primer defecto con el DDA, las protecciones a instalar son únicamente los interruptores automáticos que realizan la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos en caso de un segundo defecto.

Existen equipos en el quirófano o sala de intervención, tales como equipos de Rayos X o de potencia superior a 5 kVA, que no precisan ser alimentados a través del transformador separador. Dichos equipos deberán protegerse mediante interruptores diferenciales de clase "A" y del tipo superinmunizado, sistemas de protección a utilizar de manera generalizada en el resto del Bloque Quirúrgico.

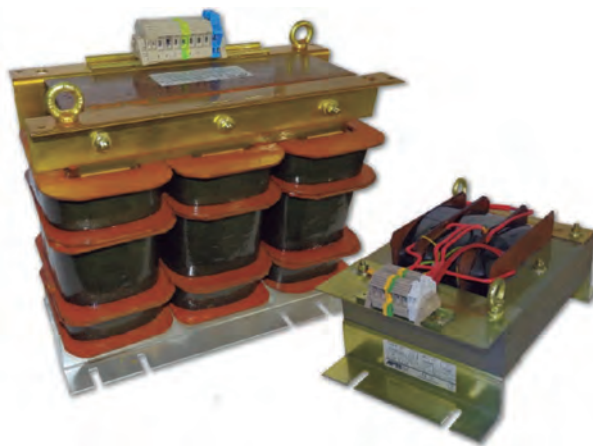
Dentro de los equipos que deberían alimentarse a través de un transformador separador deberían incluirse los sistemas de monitorización en salas como la preanestesia o la recuperación postoperatoria, puesto que son equipos de asistencia vital cuya continuidad de servicio debe garantizarse frente a un primer defecto.



Ejemplo de cuadro eléctrico de mando y protección en pasillo BQ

4.4.3.1 Transformador de aislamiento

Las características del transformador debían adecuarse a la norma UNE 20.615, según indica el REBT. Pero la norma UNE 20.615 en cumplimiento del artículo 6 del REBT y del RD 187/2016 ha sido sustituida por la UNE-EN 61558-2-15:2012, en donde se detallan las características que debe de cumplir los transformadores de separación de circuitos para la alimentación de locales de uso médico.



Transformador de aislamiento monofásico o trifásico (Imagen cortesía de Afeisa)

Recomendaciones:

- ♦ Utilización de transformadores con V_{cc} (tensión de cortocircuito) de un valor entre el 5% y el 10% para establecer una selectividad adecuada entre protecciones.
- ♦ Aunque en España no está prohibido la utilización de transformadores trifásicos para potencias elevadas con secundario en triángulo, sí lo está en el resto de Europa. Debe tenerse un especial cuidado en el correcto reparto de las cargas y los circuitos finales.
- ♦ Protección del primario del transformador con interruptores automáticos omnipolares de corriente nominal ajustada a la del transformador.
- ♦ No debe protegerse la salida del transformador de aislamiento, para evitar la posible desconexión de toda la instalación aguas abajo del transformador.
- ♦ Los circuitos que se alimentan desde el secundario del transformador de aislamiento deben protegerse con interruptores automáticos, selectivos con respecto a la protección del primario del transformador.
- ♦ Monitorización de la temperatura del transformador a través del DDA y su repetidor correspondiente.
- ♦ La potencia máxima del transformador de aislamiento debe ser de 10 kVA. Para espacios donde se precise mayor potencia pueden ponerse dos o más transformadores en paralelo. Cada transformador contará con un DDA, aunque puede instalarse en la sala un único repetidor para varios DDA.

4.4.3.2 Dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento (DDA)

Las características del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento según indica el REBT debía adecuarse a la norma UNE 20.615. Pero la norma UNE 20.615 en cumplimiento del artículo 6 del REBT y del RD 187/2016 ha sido sustituida por la UNE-EN 61557-8:2016, para los Dispositivos de Detección del Aislamiento (DDA), en donde se detallan las características que debe de cumplir actualmente.

Recomendaciones:

- ♦ Obligación de la utilización de un DDA del tipo AC/DC para evitar los efectos de las posibles fugas de corriente continua correspondientes al correcto funcionamiento del mismo DDA.
- ♦ Indicación de alarma en caso de interrupción de la tierra o el cable de conexión.
- ♦ Monitorización de la temperatura del transformador y en su repetidor.
- ♦ Sistema de localización de fallos individualmente por circuito, reduciendo el tiempo de actuación de los servicios de mantenimiento y de parada del quirófano.
- ♦ Centralización y/o integración de alarmas en sistema informático.
- ♦ Registro y visualización de los defectos con indicación del instante de fallo.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



5. INSTALACIONES MECÁNICAS

- 5.1. Instalaciones de fontanería y saneamiento
- 5.2. Instalaciones de seguridad contra incendios
- 5.3. Transporte neumático de muestras y documentos
- 5.4. Instalaciones de gases medicinales y vacío

5. INSTALACIONES MECÁNICAS

5.1. Instalaciones de fontanería y saneamiento

5.1.1 Fontanería

Las instalaciones de fontanería y saneamiento para el bloque quirúrgico deben cumplir el Código Técnico de la Edificación

La instalación de fontanería (agua fría y caliente) se utilizará principalmente para alimentar a los lavabos médicos previos a los quirófanos y las pilas situadas en la zona de preanestesia, sala de descanso, limpio y sucio de la zona de reanimación postoperatoria, vertedero en pasillo sucio y los vestuarios y aseos generales del bloque quirúrgico.

Asociado al bloque quirúrgico, es habitual zonas con equipos de esterilización. Estos equipos requieren una calidad y características del agua específica (agua descalcificada y/o agua osmotizada). Si el edificio no dispone de una central y distribución con este tipo de agua, se deberá prever el tratamiento local del agua antes de la conexión a los equipos.

En la entrada a cada local con puntos de agua se deberán instalar válvulas de corte para independizar una zona en caso de avería o necesidad.

La grifería de los lavabos médicos y otros puntos de consumo de uso de personal quirúrgico, por cuestiones higiénicas y de comodidad de uso será del tipo electrónica de accionamiento automático por presencia. En estos casos se proyectarán válvulas mezcladoras termostáticas para el control de temperatura.



Conjunto de lavamanos quirúrgico

Se deberán aislar las tuberías de agua fría para evitar condensaciones y las tuberías de agua caliente y retorno para evitar pérdidas de calor.

Por motivos de ahorro y control del consumo de agua, se puede considerar la instalación de contadores conectados al sistema de gestión del edificio que detecten consumos extraordinarios o válvulas solenoides asociadas a la presencia de personal que corten el suministro, evitando la posibilidad de fugas de agua accidentales.

5.1.2 Saneamiento

Se deberá evitar la existencia de bajantes verticales en el interior del quirófano o colectores horizontales en el falso techo del quirófano.

Si es imprescindible su paso se deberán emplear materiales específicos para evacuación insonorizada y/o aislar para evitar ruidos molestos durante las operaciones.

Con objeto de controlar y evitar una fuga accidental en las tuberías y desagües que transcurren por el techo del quirófano, se proyectan bandejas de recogida que conducen el vertido hasta un punto determinado vigilado y poder tomar las medidas correctoras.

Los desagües de los equipos (esterilizadores) con vertidos a alta temperatura, pueden requerir materiales metálicos para disipar la temperatura.

El desagüe de los condensados de los equipos de climatización que lo requieran, se conducirán hasta bajantes pluviales y/o dispondrán del sifón correspondiente, con objeto de evitar olores de la red de evacuación al interior de los locales.

Las tuberías y colectores de saneamiento dispondrán de collarines de sectorización que eviten la propagación de incendio entre sectores.

5.2. Instalaciones de seguridad contra incendios

La seguridad contra incendios del bloque quirúrgico está incluida en la protección contra incendios de todo el hospital. Debe cumplir el Documento SI del Código Técnico de la Edificación, el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y la Norma Básica de Autoprotección.

Los conatos de incendio en el bloque quirúrgico se han reducido considerablemente en los últimos años, debido al menor grado de inflamabilidad de los gases anestésicos empleados, que era antiguamente la principal causa de los incendios. Actualmente la mayor parte de los conatos de incendios están relacionados con riesgos eléctricos de los cuadros y equipamiento electromédico o a la llegada de humos procedente de otras áreas del hospital.

El sistema de seguridad contra incendios del bloque quirúrgico debe garantizar los aspectos de seguridad pasiva, seguridad activa y seguridad operativa.

5.2.1 Seguridad pasiva

La seguridad pasiva debe evitar la propagación de un incendio y de los humos en el bloque quirúrgico, aislará la zona de otros espacios del hospital y permitirá realizar la evacuación del bloque de una manera segura y ordenada.

Comprenderá aspectos como:

- ♦ Sectorización
- ♦ Sellado de pasos de instalaciones
- ♦ Uso de materiales de acabados adecuados
- ♦ Vías de evacuación

5.2.1.1 Sectorización

Todo el bloque quirúrgico, incluida el área de reanimación postoperatoria, debe formar un sector de incendios independiente. A su vez el bloque quirúrgico conviene que esté dividido en dos sectores de incendio independientes, de manera que un conato de incendio no colapse la actividad de todos los quirófanos.

La resistencia al fuego de la sectorización debe estar comprendida entre 60 y 120 minutos dependiendo de la altura de evacuación.

El acceso al sector deberá hacerse a través de vestíbulos de independencia con puertas homologadas resistentes al fuego. Es habitual que una de las dos puertas se mantenga retenida abierta para facilitar el paso de camas y camillas.

Los conductos de la instalación de climatización, al atravesar paredes o forjados delimitadores de sector de incendio, deben disponer de compuertas cortafuegos. Es recomendable que estas compuertas sean rearmables, que se accionen desde el sistema de detección de incendios y que se monitorice su estado también desde este sistema, para facilitar el mantenimiento.

El sector está delimitado por los elementos verticales (paredes y puertas) y los horizontales (forjados) por lo que se debe tener en cuenta, si fuera necesaria, la ignifugación de los forjados.

5.2.1.2 Sellado del paso de instalaciones

Las paredes y forjados delimitadores de los dos sectores de incendio, deben estar completamente sellados en los cruces de instalaciones, con materiales de la misma resistencia al fuego, para garantizar la estanqueidad del sector frente al paso de humos.

5.2.1.3 Uso de materiales de acabados

Los materiales de acabado de las paredes, suelos y falsos techos de todas las dependencias del bloque quirúrgico deben ser realizados con materiales de difícil combustión, autoextinguibles, que no contribuyan a la transmisión del incendio y que no desprendan humos ni gases tóxicos en caso de incendio. Los techos y paredes deben ser B-s1, dO y los suelos CFL-s1, disponiendo de los certificados de ensayos homologados que garanticen esta categoría

5.2.1.4 Vías de evacuación

El bloque quirúrgico debe disponer al menos de dos vías de evacuación, seguras y alternativas y libres de humos hasta dos escaleras protegidas o salidas de planta para facilitar la evacuación en caso de un conato de incendio dentro o fuera del bloque quirúrgico.

El bloque quirúrgico nunca debe estar situado por debajo de la primera planta sótano porque la evacuación ascendente siempre es más lenta y dificultosa que la evacuación descendente.

5.2.2 Seguridad activa

La seguridad activa incluye las instalaciones propiamente de protección contra incendios que permitirán localizar con prontitud un incendio en estado incipiente, transmitir información de la alarma producida y combatir el incendio con medios propios del hospital hasta la llegada de los equipos de bomberos.

Comprenderá:

- Detección de incendios
- Sistemas de transmisión de la alarma
- Medios de extinción

5.2.2.1 Detección de incendios

Es muy importante para el bloque quirúrgico que cualquier conato de incendio se detecte lo más rápidamente posible a fin de que se pueda combatir de inmediato con medios sencillos evitando su propagación.

Todas las dependencias deben estar equipadas con los detectores más adecuados en función del tipo de fuego que pueda producirse, que suele ser con presencia de humos y evolución lenta. Los más habituales son los detectores puntuales de humos del tipo óptico para ambiente y del mismo tipo para interior de falsos techos. Para falsos techos con dificultades de registro también son adecuados los detectores de humos por aspiración clase C, con sensibilidad normal.

Los detectores deben comunicarse con la central de detección a través de un cableado que garantice su funcionamiento frente a un fallo, causado por el propio incendio o por otras causas. Para ello, es recomendable una topología de cableado en bucle y un cableado resistente al fuego.

El sistema de detección y alarma de incendios habitual en edificios hospitalarios y en el bloque quirúrgico es con identificación individual, con cableado en forma de bucle que incorpora además los pulsadores, dispositivos de alarma y módulos de monitorización y control. Estos sistemas son los más adecuados para grandes edificios y con numerosos equipos de protección contra incendios que deben monitorizarse o activarse, como compuertas cortafuegos en conductos de climatización, climatizadores, red de rociadores y bocas de incendio, etc.

Deben disponerse pulsadores manuales de alarma a menos de 25 metros de cualquier punto del bloque quirúrgico.

La central de detección, ubicada en el centro de seguridad del hospital, diferenciará entre alarmas de detectores y pulsadores.

5.2.2.2 Transmisión de la alarma

La alarma en el quirófano se difundirá mediante dispositivos visuales. En el resto del bloque quirúrgico se utilizarán altavoces, sirenas y estroboscópicos en función del tipo de movilidad de los pacientes.

También se transmitirá a los equipos de intervención del propio hospital y remotamente al cuerpo de bomberos.

Una vez confirmada la alarma, el sistema de detección ordenará sellar los sectores de incendios (paro de los climatizadores y ventiladores, cierre de las compuertas cortafuegos en conductos de climatización y cierre de las puertas cortafuegos retenidas por electroimanes) y la evacuación (cambio del funcionamiento libre de los ascensores, montacamas y montacargas).

5.2.2.3 Medios de extinción

En el bloque quirúrgico se debe disponer de extintores portátiles y de equipos de manguera (bocas de incendio equipadas) cumpliendo con los siguientes requisitos:

- ♦ Cualquier punto del bloque quirúrgico se debe encontrar a menos de 15 metros de un extintor. Se emplearán preferentemente extintores de polvo seco polivalente antibrasa para conatos de materias sólidas combustibles o de dióxido de carbono CO₂ para equipos o instalaciones eléctricas.
- ♦ Cualquier punto del bloque quirúrgico deberá estar a menos de 25 metros de un equipo de manguera para quedar bajo su radio de protección. Se emplearán bocas de incendio equipadas situadas preferentemente junto a los accesos y equipadas con mangueras semirrígidas de 25 mm.

5.2.3 Seguridad operativa

En el Manual de Autoprotección del hospital deberá existir un apartado diferenciado para el bloque quirúrgico por sus características peculiares respecto a otras áreas del hospital. Deberá incluir en sus documentos la disposición del espacio y sus instalaciones, la identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad, descripción de las medidas y medios de autoprotección disponibles, la clasificación de las emergencias en función del tipo de riesgo, de la gravedad y de la ocupación y medios humanos disponibles, los equipos de emergencia que participarán, los mecanismos de respuesta frente a la emergencia y la manera de realizar la formación e implantación del manual.

5.3 Transporte neumático de muestras y documentos

Es habitual que en la zona de supervisor/a del bloque quirúrgico y en el control de reanimación postoperatoria se instale una estación de servicio de la instalación de transporte neumático conectada al circuito preferente de esta instalación.

Este sistema de transporte neumático de bolsas de sangre, muestras, analíticas, medicamentos, pequeños objetos y documentos puede comunicar los diferentes servicios del hospital.

Las estaciones del bloque quirúrgico estarán comunicadas mediante una línea o sistema independiente de carácter prioritario, con objeto de dar mayor agilidad de comunicación con las estaciones de carácter más importante o urgente.

Con la instalación de transporte neumático, cada uno de estos envíos se efectuará en pocos segundos. En este tipo de sistemas, la sangre y las muestras no padecen ninguna alteración durante el transporte.

Se prevé además que el elemento portador sean cartuchos para los diferentes tipos de envíos permitidos:

- ♦ Para muestras, medicamentos y documentación.
- ♦ Para bolsas de sangre.
- ♦ Para radiografías.

5.4 Gases medicinales

El bloque quirúrgico estará dotado de la instalación de gases correspondiente, con el objetivo de cumplir la normativa vigente y al mismo satisfacer las necesidades del hospital.

La instalación se proyectará con el objetivo de dar servicio continuado de cada gas y con los controles necesarios que permitan conocer en todo momento el estado del sistema.

Normativa y documentación de referencia:

- ♦ EN 7396-1 Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 1: Sistemas de canalización para gases medicinales comprimidos y de vacío
- ♦ EN 7396-2 Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 2: Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos
- ♦ Norma UNE EN 737-3.
- ♦ Normas Tecnológicas Españolas (NTE-IGO 1978)
- ♦ FD S90-155
- ♦ H.T.M. - 2022

Las necesidades habituales de la zona quirúrgica de un hospital son las siguientes:

- ♦ Sala de anestesia o preparación de enfermos: Oxígeno, Protóxido y Vacío.

- ◊ Quirófano: Oxígeno, Protóxido, Vacío, Aire Respirable, Fluido Motriz y E.G.A.(Extracción gases anestésicos).
- ◊ Sala de reanimación: Oxígeno, Vacío, Aire Respirable.

El dióxido de carbono es un gas médico que se utiliza en determinadas intervenciones quirúrgicas (endoscopia, laparoscopia y artroscopia, para ampliar y estabilizar cavidades y tener mejor visualización del campo quirúrgico).

El fluido motriz habitual es el aire comprimido, pero también se puede utilizar para este uso el nitrógeno gas.

Localización y número de tomas: A modo de ejemplo se indican a continuación el número de tomas dependiendo de su localización, pudiendo variar en función de las necesidades y criterios del hospital:

- ◊ Quirófanos (en pared): 1 O, 1 N₂O, 1 A, 1 AC (aire motor), 1V, 1 EGA
- ◊ Quirófanos columna anestesia: 2 O, 1 N₂O, 1 A, 2 V
- ◊ Quirófanos columna cirugía: 1 O, 1A, 1AC, 2 V
- ◊ Reanimación (por cama/puesto): 1 O, 1 A, 1 V
- ◊ Pre anestesia (por puesto): 1 O, 1 N₂O, 1 A, 1 V, 1 EGA

Los gases se distribuyen a través de redes de tuberías generales del edificio hasta llegar a los puntos de consumo o salidas de gases clínicos.

Es habitual hacer circuitos independientes para bloque quirúrgico, UCI, urgencias y resto de tomas del hospital, con objeto de poder sectorizar la instalación y dar prioridad a los usos más importantes del hospital.

En la zona de bloque quirúrgico también se recomienda anillos de equilibrio en forma horizontal con todos los gases con doble alimentación (de dos montantes diferentes) para garantizar el suministro a la zona.

Las tuberías de la instalación, deben ser de cobre duro no arsenical, a fin de evitar corrosiones, según la norma UNE-EN 13348, desengrasadas en origen con centrifugado y marcaje, y con uniones a base de accesorios de cobre, con soldadura fuerte a la plata.

Todas las tuberías irán señalizadas con color normalizado indicativo del fluido que conducen, por medio de una banda de 20 cm. cada dos metros:

- OXIGENO tubería de color blanco
- PROTÓXIDO NITRÓGENO tubería de color azul
- VACÍO tubería de color amarillo
- AIRE COMPRIMIDO RESPIRABLE tubería de color blanco/negro

- AIRE COMPRIMIDO USO MOTRIZ tubería de color negro/blanco
- DIÓXIDO CARBONO tubería de color gris

En las líneas generales y en las derivaciones a cada quirófano o local, se dispondrán válvulas de corte para poder interrumpir el suministro en caso necesario (ampliación, mantenimiento).

Las válvulas deberán quedar identificadas e indicar claramente los sectores donde corta el suministro con una señalética específica (por ejemplo, numeradas). Contarán con un sistema de enclavamiento, para evitar manipulaciones por accidente, siendo conveniente detallar el proceso de des-enclavamiento.

Se recomienda que las válvulas de zona se alojen en cajas de control, con un sistema de apertura rápido o rompible que facilite el acceso en caso de emergencia, debe de figurar la etiqueta con las palabras siguientes o similares: "PRECAUCIÓN no cerrar la(s) válvula(s) excepto en caso de emergencia".



Caja de control de gases medicinales

Las tomas deben ser del tipo de conexión rápida, y no intercambiables con otros gases, a fin de evitar errores en su utilización. Cada toma se equipa con placa embellecedora y rótulo indicativo del tipo de gas.

Las tomas de los gases en los quirófanos estarán integradas en las torretas del cirujano y el anestesista. En resto de locales lo habitual es que estén integradas en los cabezales para recoger todas las instalaciones.

En la torreta situada en la cabeza del paciente destinado a la utilización del anestesista, y en el resto de servicios equipados con protóxido, se coloca una toma para la aspiración de los gases anestésicos sobrantes. Desde esta toma de aspiración, y mediante un eyector alimentado desde la instalación de aire comprimido, se evacuan los gases anestésicos por una conducción independiente hasta el exterior del edificio. También es posible proyectar la extracción de gases anestésicos mediante una red de tuberías y una central de aspiración independiente.

Para el control, vigilancia y alarma de los diferentes gases, se dispondrán de paneles de alarma local, normalmente ubicados en las estaciones de enfermería o pasillos donde circule personal de forma permanente que mantenga bajo observación el sistema y pueda de esta forma resolver una emergencia cuando se produzca. También se dispondrán en cada quirófano.



Paneles de control y alarma de gases medicinales

La alarma deberá conectarse a la red eléctrica de suministro preferente. Los módulos de estos paneles normalmente son digitales y con pantallas de cristal líquido (LCD) midiendo en forma constante y precisa la presión de la red. Cada módulo de las alarmas de presión dará señales de alta, baja, presión anormal y fallo de sistema, disponibles en contacto normal cerrado del tipo electrónico para ser usados libremente en sistema de control centralizado.

Por exigencias de la normativa empleada o por criterios de seguridad del hospital, en el bloque quirúrgico es vital la continuidad del suministro de gases medicinales ante cualquier interrupción que se pudiera producir en el suministro de las fuentes principales. Por tanto, se puede considerar la instalación de un suministro de emergencia independiente formado por un armario compacto donde se integran los siguientes elementos:

- ♦ Fuente de emergencia de Oxígeno, con espacio para 1xB50+1xB20 botellas (200 bar)
- ♦ Fuente de emergencia de Aire Medicinal, con espacio para 1xB50+1xB20 botellas (200 bar).
- ♦ Fuente de emergencia de Vacío, compuesta de 1 bomba exenta de aceite de 40 m³/h. y cuadro eléctrico y control (230V), y filtro bactericida.
- ♦ Cuadro de alarma.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



6.

COMUNICACIONES

- 6.1. Sistema de cableado estructurado
- 6.2. Equipos activos de la red
- 6.3. Distribución imágenes
- 6.4. Señalización horaria
- 6.5. Música ambiental
- 6.6. Telefonía e intercomunicación
- 6.7. Sistema Control Integrado
- 6.8. Seguridad electrónica

6.- COMUNICACIONES

La evolución de las telecomunicaciones hacia la tecnología digital y hacia redes de comunicaciones de mayor ancho de banda y con altas velocidades de transmisión hace posible la convergencia de muchos de los sistemas que se utilizan actualmente en los quirófanos, permitiendo un funcionamiento más integrado, ordenado e intuitivo.

La reciente irrupción de los conceptos IoT (Internet of Things) y Big Data en la industria y el sector terciario posibilitan la conectividad de todos los equipos a instalar en un quirófano e incluso la interacción entre ellos y con el exterior de un propio Bloque Quirúrgico, y evidentemente se abre un amplio abanico de posibilidades para el desarrollo de la medicina aplicando la denominada técnica de Inteligencia Artificial (IA) en el análisis de datos producidos.

Las instalaciones de comunicaciones que se deberán tener en cuenta como infraestructura básica en la construcción de un bloque quirúrgico son las siguientes:

6.1 Sistema de cableado estructurado

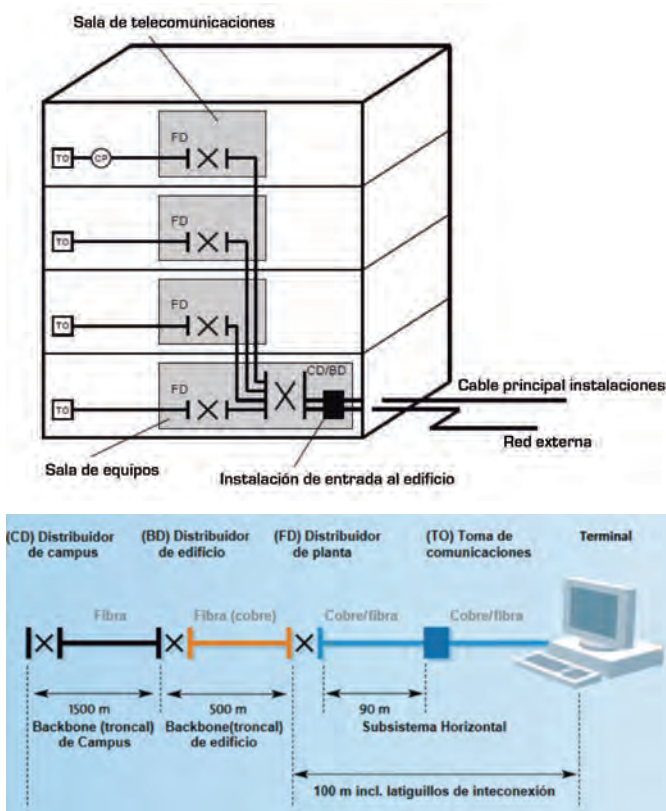
La infraestructura básica sobre la que se soportan estas redes en los quirófanos y todo el hospital son los sistemas de cableado estructurado. Se trata de un cableado abierto basado en el estándar internacional ISO/IEC 11801, que engloba el EN-50173 europeo y el ANSI/TIA/EIA-568 americano, adoptado mundialmente, que evita el uso de sistemas propietarios.

El sistema de cableado estructurado se caracteriza por emplear conectores y cables normalizados y por concentrar las interconexiones en armarios repartidores ubicados en salas de telecomunicaciones, lo que facilita el mantenimiento.

Debido al continuo avance del número de dispositivos alimentados a través del mismo cable de datos, así como el aumento de su potencia, es recomendable que la sección de los conductores sea 23 AWG y que los cables se dispongan holgados en las bandejas porta cables para permitir la disipación de calor y así conservar sus propiedades de transmisión.

El crecimiento del número de dispositivos que se comunican a través de la red IP en los quirófanos de alta tecnología hace que sean puntos con altas necesidades de conectividad. Para bloques quirúrgicos de este tipo cabe plantearse dedicar un repartidor exclusivamente para cada quirófano o bloque quirúrgico, cercano a los puntos de conectividad, evitando así largos recorridos de cableado hasta el repartidor de planta y reduciendo así el número de puntos en estos últimos.

Las tomas de cableado estructurado en cada quirófano se distribuirán principalmente en las columnas suspendidas de techo y se instalarán también tomas adicionales en los paneles de control, paredes y techo. Para ello deben conocerse los equipos con los que se dotará cada quirófano y prever puntos para posibles ampliaciones de conectividad.



Estructura sistema cableado estructurado

6.2 Equipos activos de la red

Formando parte del equipamiento base para los diversos sistemas en los quirófanos son necesarios los equipos activos que conforman la red de datos, fundamentalmente formada por una red Ethernet. Estos equipos realizan la función de conmutar y comunicar los datos producidos en uno u otro sentido y se instalarán en los distribuidores del sistema de cableado estructurado.

Otros equipos activos que se deben instalar son los puntos de acceso wi-fi o también denominado Access Point (AP), los cuales deben garantizar una suficiente cobertura a los terminales móviles o fijos necesarios. Estos elementos se instalan conectados a tomas de comunicaciones para garantizar la conectividad de los equipos susceptibles de estar en movimiento, y dispondrán de un sistema de control y gestión en el caso de que formen parte de una red de varios AP.

Los equipos wi-fi o AP pueden alimentarse eléctricamente mediante el propio cableado estructurado, lo que se denomina como PoE (Power over Ethernet), aunque también puede

escogerse la instalación de un punto eléctrico al lado de la previsión del punto wi-fi. Se recomienda que dicha alimentación esté soportada por un SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) para garantizar la cobertura en caso de fallo o corte de alimentación eléctrica.

Como reserva se instalará al menos un punto de red destinado a conectar un equipo wi-fi en cada quirófano y área del bloque quirúrgico, acorde con el mapa de cobertura del edificio.



Conmutador



Access Point

6.3 Distribución de imágenes

El quirófano suele incorporar un sistema de procesamiento de señales de video para transmisiones en vivo hasta puntos de visionado como aulas y auditorios y para grabaciones, para un uso posterior.

Deberá aceptar las fuentes de video y audio integradas en los aparatos del quirófano como endoscopios, cámara de lámpara, cámara cenital, monitorización de constantes, así como otras fuentes que puedan conectarse. Para ello se dispondrán de conectores en el panel del quirófano para los formatos de video más habituales DVI, CVBS, YPbPr, S-Video, HDMI, RGBS y VGA.

El sistema de procesamiento permitirá encaminar las señales hacia las pantallas de monitorización de la sala y a través de la red IP, hacia otras dependencias del hospital y hacia el exterior.

Por lo tanto, se debe prever una infraestructura de tubos vacíos con hilo guía, de al menos 50 mm de diámetro, desde las columnas hasta el pasillo sucio, a través de falso techo, para cableado específico y también entre las torretas y el panel de control para los monitores y pantallas interactivas colgadas y situadas en el panel.

Actualmente la transmisión de imagen en alta resolución puede realizarse a través de la red IP al poder garantizar un correcto ancho de banda y rapidez de comunicación.

Mientras, se está experimentando realizar actuaciones en quirófanos sobre redes 5G en lo que se denomina como una operación en tiempo real. Es decir, por un lado, la propia red IP permite la transmisión de imágenes en alta calidad y bajo período de latencia (demoras de transmisión inferiores a centésimas de segundo) y por otro un equipo de cirugía puede dirigir la operación comunicándose a través de una tablet mediante instrucciones gráficas y de voz.

En consecuencia, se considera necesario dejar unas previsiones de instalación para cableados adicionales al mismo tiempo que pueden utilizarse las tomas de cableado estructurado instaladas en el quirófano.



Quirófano equipado con sistema de procesado de imágenes

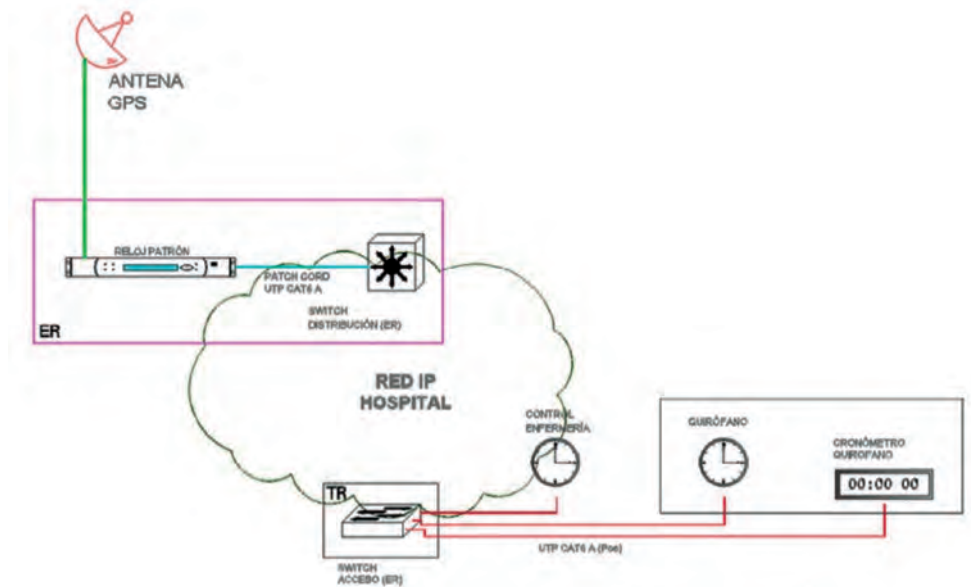
6.4 Señalización horaria

Es habitual que los relojes de un edificio hospitalario y del quirófano vayan conectados a una red de sincronización, para así disponer de una base de tiempos uniforme y reducir las labores de mantenimiento de ajustes manuales.



Una central horaria es la encargada de generar la señal de sincronización a partir de un reloj interno de cuarzo o mediante radio sincronización a través de un receptor terrestre o GPS.

Si la central horaria dispone de salida para la red IP, permite también la sincronización con la red informática.



Esquema sistema reloj centralizado

6.5 Música ambiental

El sistema de música ambiental en los quirófanos debe permitir un funcionamiento individualizado para cada sala, facilitando la conexión de los dispositivos que pueda proporcionar el personal, como unidades de memoria USB o bien creando listas de reproducción en dispositivos con conexión a la red IP.

La difusión de la música se realiza con altavoces ubicados habitualmente en el techo

Si la notificación de alarma en el quirófano se produce a través del sistema de megafonía, se deben tomar las medidas necesarias para que el sistema de música ambiental no interfiera en la percepción de los mensajes de alarma, puesto que estos son prioritarios.

Si el propio sistema de megafonía de evacuación es el que realiza también la función de música ambiental, se deben programar los mensajes de alarma como prioritarios.

6.6 Telefonía e intercomunicación

El sistema de telefonía e intercomunicación, prioritario respecto al de música ambiental, debe integrarse con la telefonía del hospital permitiendo una comunicación manos libres desde cualquier punto del quirófano, tanto con el control de quirófanos, entre quirófanos, de quirófanos a extensiones telefónicas del hospital y a líneas exteriores. El sistema de voz sobre IP permite coordinar las comunicaciones digitales con todos los equipos internos y externos necesarios.

6.7 Sistema de control integrado en unidad de quirófano

La tendencia hacia la convergencia de los sistemas hace posible la integración de los siguientes sistemas, que se operan desde una pantalla táctil o teclado:

- ◊ Avisos de emergencia
- ◊ Música ambiental
- ◊ Telefonía e intercomunicación
- ◊ Climatización
- ◊ Alumbrado
- ◊ Alarmas
- ◊ Cronómetro de puesta a cero
- ◊ Reloj con sincronización horaria del hospital

La integración de la música ambiental, los avisos de emergencia, la telefonía y la intercomunicación permiten establecer prioridades entre estos sistemas, que se difunden sobre un mismo conjunto de altavoces o bien mediante auriculares vía radio para telefonía e intercomunicación privada.

El sistema de control integrado también permitirá el control y mando local de al menos:

- ◊ Climatización (control de humedad, temperatura, estado de filtros, recirculación, posición de espera y sobrepresión)
- ◊ Repetidor de alarmas eléctricas, alarmas SAI-baterías
- ◊ Interruptor de estado de quirófano (sistema de señalización)
- ◊ Regulador de flujos de iluminación (al menos 2 encendidos y/o regulación RGB)
- ◊ Interruptor de lámpara de quirófano
- ◊ Alarma de gases medicinales
- ◊ Mando reloj y cronómetro
- ◊ Indicador de presión diferencial
- ◊ Presencia de red (analizador de redes)

Este sistema estará comunicado con el sistema de control central del edificio (BMS) el cual establece el patrón de comportamiento de todas las instalaciones.



Panel técnico de mando y control instalaciones quirófano

6.8 Seguridad electrónica

Los edificios hospitalarios tanto públicos como privados concentran un gran número de personas, personal, pacientes y visitantes con perfiles muy diversos y a la vez debe garantizarse la privacidad de las personas, protección de datos y la protección de bienes de alto coste.

El bloque quirúrgico se circunscribe en el entorno hospitalario y además debe garantizar la separación entre ambientes limpios y sucios.

Deben proveerse medios para que los sistemas de seguridad no obstaculicen la circulación de las personas en los recorridos de evacuación en caso de alarma debido a puertas bloqueadas por control de acceso. Aunque estas puertas puedan desbloquearse por medios electrónicos desde el sistema de detección de incendios, es preferible evitar el uso de control de acceso para estas puertas o que dispongan de salida libre en el sentido de evacuación.

Los sistemas de seguridad habituales en el bloque quirúrgico son los controles de acceso combinados con cámaras de CCTV (circuito cerrado de televisión) para áreas restringidas a uso privado de los profesionales del área quirúrgica. Así, se cubrirá la entrada al bloque quirúrgico, a vestuarios y almacenes.

Los sistemas de control de acceso para estos espacios dispondrán de lector de credencial tipo biométrico para la entrada, habitualmente por huella dactilar, o tarjeta de proximidad y salida libre. Así mismo, pueden contar con detector de apertura de puerta por contacto magnético para permitir una grabación por eventos de la cámara de CCTV asociada.

Los sistemas de control de acceso permiten hacer grupos y subgrupos según categorías:

- Seguridad
- Mantenimiento
- Personal médico
- Personal administrativo



Ejemplos control accesos

Algún área que requiera más seguridad, como almacenes de material valioso o fármacos, puede complementarse con detectores de movimiento y contactos magnéticos que generarán una alarma en caso de acceso no autorizado.



Ejemplos contactos y volumétricos seguridad

El tipo de cámaras a utilizar en el bloque quirúrgico serán del tipo fijo, con óptica fija y comunicación a través de la red IP.

Las imágenes se monitorización en el puesto de seguridad de centro y se grabarán en medios digitales. El sistema de grabación y gestión será independiente al sistema de distribución de imágenes clínicas.



Ejemplo cámara minidomo

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



7.

SMART HOSPITAL

- 7.1 ¿Qué es Un Smart Building?
- 7.2. Transición hacia los Smart Hospitals
- 7.3. Directrices para conseguir un bloque quirúrgico smart
 - 7.4. Smart infrastructure
 - 7.5. Smart process
 - 7.6. Smart experience
- 7.7. Integración de las soluciones en una misma plataforma e interacción entre ellas
- 7.8. Justificación de la inversión asociada a la transformación hacia los smart hospitals y en concreto hacia un bloque quirúrgico-Smart

7. SMART HOSPITAL

El anglicismo Smart Building se refiere a un concepto con plena dependencia respecto de la evolución tecnológica, económica y socio-cultural. Su interpretación puede diferir según el enfoque que se le dé, es por eso que no existe una definición única. Las definiciones son cambiantes según la institución o persona que defina el concepto, ofreciendo una definición más generalista o más específica según el público al que se dirija y siempre buscando que se adecue a su producto, servicio o sector al que pertenezca. Aun así, generalmente todas las descripciones sobre Smart Buildings suelen ir acompañadas de recurrentes palabras clave: “productividad”, “eficiencia energética”, “costes”, “confort”, “experiencia del usuario” y “seguridad”.

Este capítulo tiene como objetivo explicar de forma breve y concisa la importancia de cada uno de los conceptos clave de Smart Buildings mencionados anteriormente, y en concreto con los Smart Hospitals, poniendo el foco en la aplicación de soluciones tecnológicas referidas a los bloques quirúrgicos para conseguir convertirlos en bloques quirúrgicos smart. Finalmente, también se indicarán los principales retos identificados cuya importancia será vital para este proceso de transformación.

7.1 ¿Qué es un Smart Building?

La primera revolución industrial supuso un cambio en la técnica constructiva gracias a la introducción de maquinaria en los procesos industriales. La segunda revolución industrial, por su parte, permitió incorporar las primeras instalaciones en los edificios con ocasión de las innovaciones técnicas en nuevas fuentes de energía, sistemas de transporte y sistemas de comunicaciones. La tercera revolución industrial, debido a la aparición de la microelectrónica, permitió la automatización del funcionamiento de los mismos y, ahora, la cuarta revolución industrial permitirá optimizar el rendimiento de los edificios gracias a las posibilidades que el tratamiento de datos ofrece a través de las tecnologías disruptivas del momento en el sector de la edificación como son el Internet of Things (IoT), el Big Data, la inteligencia artificial, el Building Information Modelling (BIM), la realidad virtual (VR), la realidad aumentada (VA) el Blockchain y el 5G entre otras.

Un Smart Building es el resultado de la transformación digital o cuarta revolución industrial del sector de la edificación. Es aquel edificio que optimiza las prestaciones que ofrece a sus usuarios asegurando la usabilidad, accesibilidad y seguridad de las mismas, resultando en una mejora continuada de su confort y experiencia durante su estancia en el edificio junto con la reducción del impacto del mismo en el medio ambiente. Esto puede conseguirse en base a una triple estrategia:

- 1) Recogida intensiva de datos del funcionamiento del edificio mediante sensores convencionales e IoT.

2) Recogida intensiva de datos de la experiencia de los usuarios mediante la interacción con ellos a través de App's.

3) Análisis de todos los datos recogidos para generar información útil para la mejora continua del funcionamiento del edificio.

El concepto Smart Building supone un cambio de paradigma respecto de la situación actual de los sistemas existentes en un edificio, donde coexisten gran variedad de soluciones tecnológicas aisladas que no se comunican entre ellas. De forma totalmente opuesta, un Smart Building se concibe como una red de soluciones tecnológicas totalmente integradas que actúa sobre tres ámbitos concretos y estrechamente relacionados con el edificio:

- ♦ La gestión inteligente de la infraestructura y las instalaciones (Smart Infrastructure).
- ♦ La gestión inteligente del espacio, del personal y suministros (Smart Process).
- ♦ La experiencia del usuario final (Smart Experience).

El concepto de Smart Building es entendido como una visión holística de estas tres partes.

Además, podríamos decir que un edificio está considerado como un elemento más de la ciudad. Actualmente actúan como sistemas aislados, pero con motivo de los cambios que se están produciendo, los Smart Building se situarán como un nodo integrado en la red de la Smart City, pudiendo proporcionar información valiosa y relevante de la misma, es decir, un ente más de este ecosistema. En este sentido, la información que genere será de gran interés tanto para los gestores de la ciudad cómo a los gestores de edificios vecinos. El uso de esta información no sólo permitirá mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mejorando servicios como la seguridad, alarmas o respuesta temprana ante desastres, sino que también permitirá optimizar los servicios ofrecidos por la ciudad debido a la agregación de la información desprendida de todos estos entes.

La normativa UNE 178108 plantea el edificio Smart como un nodo IoT que reporta datos a la ciudad. Esta norma sirve como piedra angular para el desarrollo efectivo de las comunicaciones entre los edificios y las necesidades de la ciudad, relación propia de una Smart City.

Son tres los principales beneficios asociados a los Smart Buildings:

- ♦ La mejora de la sostenibilidad, incluyendo todas aquellas medidas tecnológicas centradas en el ahorro energético adoptadas por los Green Buildings y recogidas en los estándares LEED y BREEAM.
- ♦ La mejora de la protección del usuario frente a situaciones de riesgo como intrusión, infecciones nosocomiales, incendios y ciberataques.
- ♦ Un aumento de la productividad.

Los Smart Buildings están estrechamente ligados al aumento de la productividad, medida que tiene en cuenta tanto la optimización del rendimiento de los sistemas que integran los edificios como del personal que los ocupan.

En relación con el personal, el aumento de su productividad se puede conseguir gracias a una doble estrategia:

- Implantando soluciones tecnológicas que permitan optimizar sus tareas.
- Implantando soluciones tecnológicas que permitan mejorar su confort, algunas de ellas recogidas en el estándar WELL.

7.2 Transición hacia los Smart Hospitals

La mayoría de los hospitales ya disponen de una amplia cartera de sistemas e innovaciones tecnológicas en etapas iniciales de desarrollo o despliegue, pero realmente pocos o prácticamente ninguno pueden calificarse como un Smart Hospital.

Dentro de un edificio hospitalario hay centenares de sistemas y dispositivos que se encargan de responder a una gran cantidad de requerimientos técnicos, legales y asistenciales. Algunos de ellos garantizan la seguridad, otros están orientados a la climatización, a la iluminación, a la gestión de suministros o a la gestión de historiales clínicos de pacientes. El reto de un Smart Hospital es conseguir que toda esta infraestructura trabaje de forma colaborativa, es decir, que acciones en unos sistemas desencadenen acontecimientos en otros.

Sin embargo, los hospitales, con una necesidad creciente de adoptar nuevas tecnologías que permitan automatizar tareas, reducir tiempos improductivos y reducir la merma de suministros, no han podido detenerse a pensar cómo conseguir la transición hacia los Smart Hospital. Ello probablemente se debe a la escasez de recursos y la imposibilidad de ejecutar grandes proyectos que requieren de una sustancial inversión, lo cual les impide poder hacer previsiones más allá del día a día. En cualquier caso, la transición hacia los Smart Hospitals consiste en repensar fundamentalmente las capacidades hospitalarias a largo plazo y adoptar un enfoque integrado de diseño, gestión y operación de todos los sistemas implantados en un hospital que permita romper con los “silos” de información que se han creado debido a la instalación de gran cantidad de soluciones aisladas que se han implantado pensando en solucionar una problemática concreta pero sin pensar en un ecosistema colaborativo.

El objetivo de la visión Smart Hospital es construir un edificio con una infraestructura suficientemente preparada como para proporcionar un equilibrio entre tres aspectos esenciales estrechamente ligados a la actividad hospitalaria:

- ◊ Excelencia en el resultado clínico.
- ◊ Eficiencia en la cadena de suministro
- ◊ Mejora en la experiencia del paciente

Un servicio de salud ideal requiere un equilibrio óptimo entre los tres.

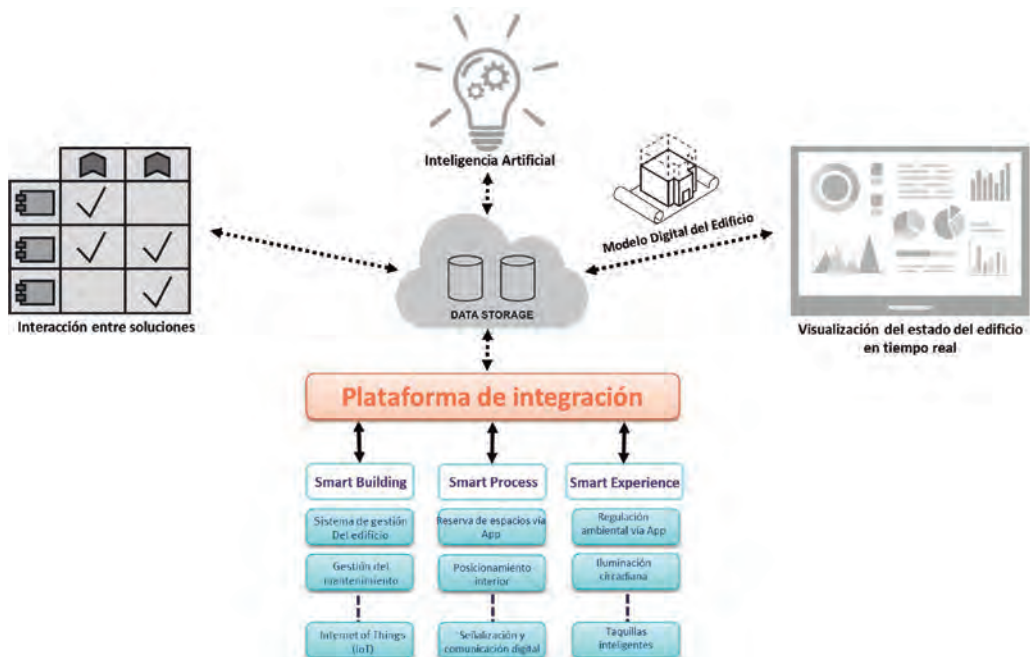
El concepto Smart Hospital está cada vez más presente en el entorno hospitalario, puesto que cada vez un número mayor de instituciones sanitarias optan por mejorar las capacidades de ciertas áreas del hospital, llevando a cabo transformaciones de una manera más integrada a

través de estas tres dimensiones que apuestan por la excelencia del servicio. La importancia radica en conseguir relacionar estos tres aspectos con el edificio, conseguir que una zona concreta objeto de la transformación funcione de forma integrada y seguidamente migrar a otras zonas del hospital, creando un ecosistema abierto y escalable que vaya incorporando todas y cada una de las zonas del hospital hasta convertirse en un Smart Hospital.

Una vez seleccionados los sistemas a implantar, estos deberán integrarse en este entorno TIC o plataforma de integración. Se puede considerar esta plataforma de integración como el sistema de control central del edificio en el cual se han alineado infraestructura, procesos y usuarios con la tecnología con el objetivo de hacer posible las siguientes metas:

- La interacción automática entre sistemas completamente diferentes y usuarios.
- La monitorización unificada de toda la infraestructura, visualizando en un único portal de control el estado de todos los sistemas integrados.
- La operación desde este portal sobre la infraestructura, permitiendo que un usuario al que se le hayan dado los permisos adecuados interactúe directamente sobre todos los sistemas integrados.
- Que, gracias a la aplicación de inteligencia artificial, el sistema vaya aprendiendo de forma autónoma y pueda ayudar a los usuarios de los distintos colectivos en la toma de decisiones y/o actuar de forma autónoma dependiendo de los casos.

El entorno TIC descrito puede representarse de forma esquemática de la siguiente manera:



Con la implementación de esta plataforma se pretende equilibrar la relación entre las complejas tecnologías añadidas en el entorno del hospital y la mejora de la atención al paciente, sumándole el beneficio empresarial. Por lo tanto, el concepto Smart aplicado a los hospitales representa una evolución, hacia organizaciones de alto rendimiento que incentivan mayor eficiencia en los procesos clínicos y de sostenibilidad económica y ambiental, estrechamente vinculados al funcionamiento optimizado del edificio.

7.3 Directrices para conseguir un bloque quirúrgico Smart

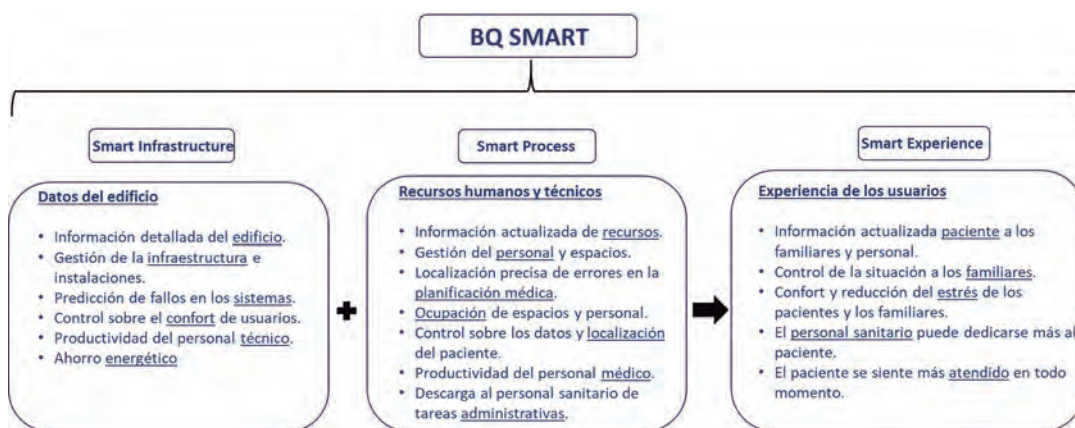
Un bloque quirúrgico requiere un considerable conjunto de soluciones tecnológicas para sustituir los procesos convencionales. Procesos que provocan elevados gastos debido en gran parte a los tiempos improductivos producidos por los fallos en las instalaciones y sistemas, errores en la comunicación entre las actividades diarias del personal por falta de automatización de algunos procesos y también provocado por la merma de suministros debido a su pérdida, hurto y/o caducidad causado por una incorrecta gestión.

En este apartado se explicará la estrategia que se recomienda seguir para conseguir transformar un bloque quirúrgico convencional en uno Smart.

Soluciones tecnológicas aplicables a un bloque quirúrgico

Para poder seleccionar qué soluciones tecnológicas implantar en un bloque quirúrgico, primero tenemos que identificar qué requerimientos debe cumplir un bloque quirúrgico Smart. Posteriormente, buscaremos qué soluciones pueden satisfacer estos requerimientos. En la siguiente figura, se indican los requerimientos que debe cumplir un bloque quirúrgico Smart separados por cada uno de los tres ámbitos relacionados con los Smart Buildings:

Conocidos los requerimientos, se pueden seleccionar las soluciones tecnológicas a implantar. A continuación, se presenta un listado de soluciones aplicables a un bloque quirúrgico para dar respuesta a cada uno de los requerimientos mencionados



7.4 Smart infrastructure

· Modelo digital del edificio (BIM)

Modelo en BIM (Building Information Modelling) del edificio en LOD (Level Of Development) 500. Definición precisa de todos los equipos e instalaciones para poder explotar el modelo con el software de FM.

Beneficios

- ◊ Aumento de la coordinación entre las distintas disciplinas.
- ◊ Reducción de errores en fase constructiva.
- ◊ Aumento de información sobre el edificio para la fase de explotación y futuras reformas.

· Climatización modular

El clima puede regularse de forma independiente por cada puesto de trabajo o por zonas según configuración y agrupación establecida. Las modificaciones de configuración se deben hacer desde un panel de control.

Beneficios

- ◊ Flexibilidad en la utilización de espacios.
- ◊ Reducción del consumo energético.
- ◊ Aumento del confort térmico y acústico.

· Iluminación modular

Cada luminaria puede regularse de forma independiente según la configuración y agrupación establecida, considerando la iluminación exterior, situaciones de emergencia y casos de intrusión. Las modificaciones de configuración se deben hacer desde un panel de control.

Beneficios

- ◊ Flexibilidad en la utilización de espacios.
- ◊ Reducción del consumo energético.
- ◊ Aumento del confort visual.
- ◊ Indicar recorridos de evacuación en casos de emergencia.

· Detección de fugas de gas en tiempo real

Sistema de detección prematura de micro fugas de gas refrigerante

Beneficios

- ◊ Reducción de la tasa de fugas.
- ◊ Reducción del consumo energético.
- ◊ Reducción del riesgo de contaminación de personas y del medio ambiente.

· Monitorización de la calidad ambiental interior en tiempo real

Control de la calidad del aire de un recinto, incluyendo control de la temperatura, humedad, CO₂ y partículas.

Beneficios

- ◊ Reducción de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
- ◊ Aumento del confort.

· Control de calidad del agua en tiempo real para prevención de legionella

Sistema de monitorización que controla la cantidad de biofilm que se forma en una instalación y automáticamente se pone en funcionamiento el sistema de tratamiento.

Beneficios

- ◊ Rápida detección y localización de aparición de biofilm en el agua.
- ◊ Reducción del riesgo de infección.
- ◊ Aumento de la vida útil de las tuberías.

· Monitorización del nivel de ruido interior

Sistema de control del nivel de ruido ambiental y aviso en caso de que se sobrepasen los umbrales considerados.

Beneficios

- ◊ Aumento del confort acústico.
- ◊ Reducción del estrés.

· BMS – Sistema de gestión de las instalaciones del edificio

Dotar el edificio de un BMS (Building Management System) con inteligencia que permita monitorizar y actuar sobre las instalaciones en tiempo real, optimizando el rendimiento y el ahorro económico y energético.

Beneficios

- ◊ Rápida detección de anomalías.
- ◊ Facilita la gestión de la infraestructura y mantenimiento.
- ◊ Rápida respuesta en situaciones de riesgo.
- ◊ Gestión del edificio según las condiciones meteorológicas.

EMS – Sistema de monitorización y análisis del consumo energético

Dotar el edificio de un EMS, sistema de gestión de la energía que permita realizar un análisis global de los datos extraídos del BMS y actuar sobre las centrales de producción y optimizar la gestión de la demanda ajustando la tarifa en tiempo real.

Beneficios

- ◊ Capacidad de predicción de la demanda.
- ◊ Rápida detección de consumos anómalos.
- ◊ Permite reducir los costes energéticos y económicos.
- ◊ Gestión del edificio según las condiciones meteorológicas.

· **GMAO – Sistema de gestión del mantenimiento correctivo y preventivo**

Software de Facility Management para la gestión integral de la explotación de las infraestructuras. Planificación del mantenimiento preventivo y gestión de las órdenes de trabajo del mantenimiento correctivo.

Beneficios

- ◊ Gestionar de forma independiente o conjunta los servicios de mantenimiento, limpieza, seguridad, gestión de activos, etc.
- ◊ Reducción de paradas en la instalación.
- ◊ Optimización del rendimiento del edificio.

· **Mantenimiento predictivo de equipos**

Evaluación del estado de la maquinaria principal a través de la sensorización y monitorización, recomendando intervenir o no en función de su estado antes que se produzca el fallo.

Beneficios

- ◊ Detección de posibles anomalías antes de que ocurran.
- ◊ Eliminación de paradas indeseadas en la instalación.
- ◊ Optimización del rendimiento del edificio.

· **Análisis de video con inteligencia artificial**

Tecnología que permite analizar vídeos y extraer datos específicos como el comportamiento, actitudes y estado de las personas grabadas.

Beneficios

- ◊ Aumentar la seguridad del edificio o recinto.
- ◊ Rápida detección y alerta al personal de seguridad ante sospecha de posibles situaciones de riesgo.

· **Conteo de personas**

Control de la afluencia de personas y ocupación de ciertos espacios.

Beneficios

- ◊ Aumentar la seguridad del edificio o recinto.

- ◊ Rápida detección y alerta al personal de seguridad ante sospecha de posibles situaciones de riesgo.

- ◊ Permite conocer información sobre uso del espacio.

· Sistema de gestión de recogida de residuos

Gestión de la recogida de basura según el grado de llenado de los contenedores.

Beneficios

- ◊ Optimización de los recorridos de recogida de residuos.

- ◊ Control del consumo y reciclaje realizado.

· Limpieza de zonas según ocupación

Gestión de las tareas de limpieza teniendo en cuenta las zonas más frecuentadas y salas ocupadas.

Beneficios

- ◊ Optimización de los recorridos de limpieza.

- ◊ Reducción del consumo de productos de limpieza.

- ◊ Reducción del riesgo de infección.

· Detección de bacterias y hongos en aire en tiempo real

Monitorización, en tiempo real, de bacterias y hongos en aire. Detección de bacterias tanto genéricas como específicas.

Beneficios

- ◊ Rápida detección y localización de aparición de bacterias y hongos en aire.

- ◊ Reducción del riesgo de infección.

· Control cumplimiento higiene de manos

Sistema de monitorización que controla si se están cumpliendo los estándares de higiene por parte de los usuarios internos y externos en las distintas áreas del hospital. Se puede vincular su cumplimiento con el control de acceso a ciertas áreas del hospital.

Beneficios

- ◊ Reducción del riesgo de infección.

- ◊ Proporciona informes sobre el cumplimiento a nivel individual, por disciplina y general.

· Puertas correderas de vidrio electrocrómico

Cerramientos que pueden oscurecerse para ofrecer un mayor grado de privacidad al paciente, ya sea para descansar, cuando le visitan sus familiares o cuando el personal médico le está explorando.

Beneficios

- ◊ Aumento del confort visual.
- ◊ Mayor privacidad.
- ◊ Sustitución de persianas y cortinas, reduciendo la acumulación de bacterias.

· **Monitorización de la cadena de frío de medicamentos y/o vacunas**

Control de la temperatura y humedad de las neveras de conserva de medicamentos y/o vacunas.

Beneficios

- ◊ Permite garantizar el debido efecto del medicamento y/o vacuna.
- ◊ Reducción de posibilidades de efectos adversos debidos a la mala conserva del medicamento y/o vacuna.

· **Iluminación con efecto bactericida**

Iluminación que proporciona luz blanca de alta calidad incorporando el efecto germicida de la luz violeta. Esta luz puede utilizarse como sustituto de la iluminación normal al tiempo que protege el entorno de bacterias peligrosas, sin causar daño a las personas o animales.

Beneficios

- ◊ Desinfección continúa de toda área de influencia de la iluminación sin necesidad de afectar a la actividad asistencial.
- ◊ Reducción de posibilidades de incidencias graves relacionadas con la proliferación de bacterias.

7.5 Smart process

· **Posicionamiento interior de personas y objetos en tiempo real**

Localización exacta en tiempo real de objetos y personas dentro de un recinto.

Beneficios

- ◊ Conocer cómo llegar a un sitio concreto.
- ◊ Conocer la ubicación de ciertas personas y equipos dentro del edificio.
- ◊ Indicación de la vía de evacuación más rápida en caso de emergencia considerando el estado del edificio.

· **Transmisión operación quirúrgica en tiempo real**

Plataforma de vídeo para transmitir en tiempo real la intervención quirúrgica dentro y fuera del mismo recinto hospitalario.

Beneficios

- ◊ Posibilidad de recibir soporte del exterior del BQ, ya sean profesionales internos o externos.
- ◊ Posibilidad de transmitir en salas habilitadas para docencia.
- ◊ Grabar el contenido para formaciones futuras.

· **Planificación quirúrgica con inteligencia artificial**

Sistema de programación quirúrgica basada en algoritmos de Machine Learning y gestión del flujo de personal y pacientes el día de la cirugía.

Beneficios

- ◊ Optimización en la asignación de tareas.
- ◊ Reducción de tiempos improductivos.
- ◊ Personal puede consultar información sobre el paciente en tiempo real.

· **Armarios de gestión de material fungible**

Sistema de control del inventario y material utilizado en tiempo real. Monitoriza el contenido del armario, restringiendo su apertura a las personas autorizadas y, en el momento de la retirada, se asigna automáticamente el fungible a una operación y paciente concreta.

Beneficios

- ◊ Ahorro económico.
- ◊ Permite evitar roturas de stock.
- ◊ Control de caducidad.
- ◊ Imputación directa de suministros al paciente.
- ◊ Reducción de tiempos improductivos.

· **Sistema de gestión y control de la esterilización**

El sistema recoge y almacena información sobre la actividad del departamento en cada una de las fases del proceso de esterilización. Codifica los productos esterilizados garantizando así la trazabilidad de cada uno de los artículos que se esterilizan.

Beneficios

- ◊ Planificar compras con seguridad, reduciendo el volumen del inventario.
- ◊ Asegurar la trazabilidad y la garantía final del proceso de esterilización.
- ◊ Controlar el riesgo de infección nosocomial.

· **Integración parámetros médicos y resultados clínicos**

Plataforma de integración de todos los parámetros médicos de un mismo paciente generados por los distintos equipos electromédicos.

Beneficios

- ◊ Control total del estado del paciente.
- ◊ Posibilidad de relacionar parámetros médicos de distintos equipos electromédicos y generar nuevos indicadores de salud.
- ◊ Reducción de errores en la toma de datos.
- ◊ Reducción del tiempo dedicado a procedimientos administrativos por parte del personal sanitario.

· **Optimización de flujos y reducción de riesgos en urgencias**

Aplicación de analítica predictiva de tiempos y recursos por tipología de paciente para la reducción de la congestión en urgencias.

Beneficios

- ◊ Reducción de los tiempos de espera de los pacientes en urgencias.
- ◊ Reduce complicaciones y costes.
- ◊ Aumenta la satisfacción de pacientes y profesionales.
- ◊ Optimiza procesos en costes y calidad de atención.

· **Predicción de reingresos hospitalarios**

Predicción de reingresos hospitalarios de forma que permite la prevención de riesgos y aumento de la seguridad del paciente.

Beneficios

- ◊ Mejora procesos de admisión y readmisión.
- ◊ Disminuye el uso inadecuado de recursos.
- ◊ Mejora los indicadores de calidad.
- ◊ Reduce costes.

· **Predicción y gestión del absentismo**

El absentismo y su duración son una incógnita que dificulta la adecuada prevención. Disponer del mapa de riesgos permite planificar mejor y con anticipación.

Beneficios

- ◊ Calcula riesgos de niveles de absentismo por categoría profesional y lugar de trabajo.

- ◊ Ofrece un seguimiento de la evolución de bajas.
- ◊ Permite anticipar coberturas con tiempo.
- ◊ Permite medidas preventivas para los perfiles de más riesgo.
- ◊ Reduce los costes directos e indirectos del absentismo.

· Disponibilidad de camas en tiempo real

Solución para coordinar la disponibilidad de camas en tiempo real en otras zonas de un mismo hospital u hospitales de cuidados intermedios asociados para derivar pacientes.

Beneficios

- ◊ Permite planificar la disponibilidad de camas a los diferentes centros.
- ◊ Disminuye la incertidumbre del paciente ante su traslado.
- ◊ Reduce el trabajo administrativo para localizar y acordar el traslado.
- ◊ Reduce riesgos asociados a estancia en urgencias.

· Robots AGV (Automated Guided Vehicle)

Sistema logístico robotizado para la distribución de medicamentos, lavandería, hostelería y residuos de forma autónoma.

Beneficios

- ◊ Servicio ininterrumpido. Los robots trabajan 24/7/365.
- ◊ Reducción de tareas logísticas del personal sanitario, cosa que permite dedicarse más al paciente.
- ◊ Reducción de tiempos improductivos.

7.6 Smart experience

· Control de accesos según permisos de usuario

Cerraduras y controles de accesos electrónicos que funcionan según un sistema de autenticación efectivo y fiable, ofreciendo más seguridad.

Beneficios

- ◊ Permite conocer en tiempo real quien ha entrado y/o salido.
- ◊ Garantizan que la puerta solamente pueda ser abierta por personas que realmente estén autorizadas a ello.
- ◊ Posibilidad de apertura mediante distintos métodos (código, tarjeta, móvil e incluso llave convencional)
- ◊ Permite conocer qué zonas están ocupadas/libres.

· **Regulación de la climatización vía App**

Regulación individual del entorno de trabajo desde una App, de manera que la temperatura se ajusta a la persona (esté donde esté) y no a un puesto de trabajo fijo.

Beneficios

- ◊ Aumento de la productividad del personal ya que perciben las condiciones ambientales que mejor se ajusta a sus necesidades en tiempo real.
- ◊ Reducción del consumo energético.

· **Iluminación ajustable vía App**

Regulación individual del entorno de trabajo, de manera que la iluminación se ajusta a la persona (esté donde esté) y no a un puesto de trabajo fijo.

Beneficios

- ◊ Aumento de la productividad del personal ya que reciben la luz que mejor se ajusta a sus necesidades en tiempo real.
- ◊ Reducción del consumo energético.

· **Asistente virtual/control por voz**

Sistema capaz de completar tareas u ofrecer servicios según las peticiones de los usuarios.

Beneficios

- ◊ Aumento del confort de los usuarios.
- ◊ Reducción de tiempos improductivos.

· **Información al paciente en tiempo real**

Facilitar al paciente el acceso a la información actualizada sobre su expediente y también sobre la actualidad fuera del hospital.

Beneficios

- ◊ Mejora la experiencia del paciente durante su estancia en el hospital.
- ◊ Reduce la desorientación.

· **Información al familiar en tiempo real**

Facilitar al familiar del paciente el acceso a la información actualizada sobre el expediente médico del paciente.

Beneficios

- ◊ Mejora la experiencia de los familiares durante su estancia en el hospital.
- ◊ Reduce el estrés.
- ◊ Aumenta la sensación de control de la situación.

· Iluminación ambiente quirófano regulable según operación y momento de la cirugía

Iluminación ambiental que baña las paredes del quirófano de color. Colores complementarios a los que aparecen en las pantallas de la sala.

Beneficios

- ◊ Aumento del confort de los profesionales sanitarios ya que reciben la luz que mejor se ajusta a sus ojos cuando apartan la vista del campo operatorio.

· Iluminación circadiana + iluminación ámbar

Iluminación artificial que se adapta al reloj biológico de los seres humanos.

Beneficios

- ◊ Aumento del confort de los usuarios ya que reciben la luz que mejor se ajusta a su ritmo biológico, considerando la iluminación exterior (iluminación circadiana).

- ◊ Mejora en la recuperación de los pacientes ayudándoles a tener horas de sueño más largas e ininterrumpidas (iluminación ámbar).

- ◊ Ahorro energético.

· Camas terapéuticas

Cama con control de presiones que monitoriza la posición del paciente, controla las presiones y envía datos al personal médico.

Beneficios

- ◊ Detección de malas posturas.

- ◊ Detección de formación de úlceras.

- ◊ Detección de caídas.

· Control identificación y localización de recién nacidos

Identificación mediante RFID de recién nacidos y madres para asegurar que no haya ni confusión, ni intercambio ni robo de bebés, así como también se sabe el por donde ha pasado el bebé desde que ha nacido.

Beneficios

- ◊ Vínculo biunívoco madre-hijo que permite a la madre realizar un test siempre que lo desee y recibir confirmación sonora y/o luminosa de que su hijo es quien está con ella y que no se ha producido ningún error de intercambio.

- ◊ En caso de producirse una violación intencionada en el tag, con el fin de quitárselo al neonato, el sistema avisará de tal hecho disparando las alertas que a tal fin se hayan programado.

· **Chat intrahospitalario**

Sistema corporativo de mensajería instantánea integrada y segura para facilitar la comunicación entre profesionales médicos.

Beneficios

- ◊ Posibilidad de integrarse con sistemas empresariales y dispositivos industriales y actuar sobre ellos desde el chat.
- ◊ Segurizar las comunicaciones asegurando la protección y privacidad de datos acorde a la normativa del sector salud.

· **Botón de pánico**

En caso de accidente o necesidad, el paciente o el personal pueden solicitar asistencia de forma inmediata y desde cualquier punto del hospital con sólo pulsar el botón de su identificador.

Beneficios

- ◊ Aumentar la capacidad de detección de necesidades por parte de pacientes y personal.
- ◊ Reducir el tiempo de reacción ante situaciones críticas.

7.7 Integración de las soluciones en una misma plataforma e interacción entre ellas

El beneficio de implantar todas estas soluciones por separado se puede incrementar notablemente si se integran en una plataforma de gestión centralizada, donde poder tener una visión global del rendimiento del bloque quirúrgico. Ello se suma a la forma automatizada en que los sistemas interaccionan entre ellos, de manera que eventos detectados por un sistema desencadenen acciones en otros y viceversa.

En el siguiente apartado se presenta un caso práctico donde la interacción entre las soluciones tecnológicas presentes en un bloque quirúrgico resultaría en una optimización de su gestión:

· **Ejemplo de interacciones entre soluciones: fallo en uno de los climatizadores.**

Cuando ocurre un fallo en un climatizador de un quirófano del bloque quirúrgico, normalmente se genera una alarma en el sistema de gestión del edificio (si se dispone de uno), pero este no suele estar vinculado con el software de Facility Management y por lo tanto, no se genera ninguna orden de trabajo al respecto. Además, estos sistemas generan gran cantidad de alarmas a lo largo del día, cosa que no permite hacer un seguimiento al detalle de todas ellas debido a la falta de personal.

En el mejor de los casos, algún miembro del personal del bloque quirúrgico notará que existe una anomalía en el climatizador y alertará a los encargados del mantenimiento para que lo

revisen lo antes posible, ya que si no funciona el climatizador de forma adecuada no se puede operar en el quirófano. Seguidamente tendrá que avisar al director del bloque quirúrgico para que no tenga en cuenta este quirófano para la planificación quirúrgica hasta nuevo aviso. Finalmente, una vez el Facility Manager haya solventado el problema, tendrá que avisar de nuevo a los planificadores quirúrgicos de que el quirófano ya vuelve estar operativo. Finalmente, tendrá que anular la alarma que ha generado el sistema de gestión del edificio e indicar que ya ha sido revisado.

Todo este proceso supone una pérdida de tiempo debido a la falta de comunicación entre sistemas de distintas disciplinas. Habría sido mucho más ágil si el sistema de gestión del edificio, el software de Facility Management y el sistema de planificación quirúrgica estuvieran integrados en una misma plataforma e interaccionasen entre ellos. Es decir, cuando el sistema de gestión del edificio identificase el fallo en el climatizador, generase una orden de trabajo en el software de Facility Manager y alertase al sistema de planificación quirúrgica que no puede utilizarse el quirófano hasta nuevo aviso. Finalmente, cuando en el software de Facility Management se valide la orden de trabajo porque ya se haya realizado la acción de mantenimiento correspondiente, automáticamente se cancele la alarma en el sistema de gestión del edificio y se habilite de nuevo el quirófano en el sistema de planificación quirúrgica. Con esta interacción entre sistemas, se consigue reducir drásticamente los tiempos improductivos por falta de comunicación entre disciplinas.

7.8 Justificación de la inversión asociada a la transformación hacia los Smart Hospitals y en concreto hacia un bloque quirúrgico Smart.

Para poder justificar la inversión asociada al proceso de "Smartización", se utilizará como ejemplo un caso práctico de un bloque quirúrgico de 8 quirófanos: 6 quirófanos convencionales y 2 quirófanos híbridos. La inversión total del nuevo bloque quirúrgico incluyendo obra, instalaciones y equipamiento asciende a unos 13 millones de euros, costando 1,5 millones de euros cada quirófano convencional y 2 millones de euros cada uno de los quirófanos híbridos.

Con la implantación de todas las soluciones seleccionadas en el apartado anterior, se prevé una inversión adicional de 100.000 euros por quirófano, incluyendo la solución tecnológica en cuestión, su instalación, puesta en marcha y finalmente la integración en la plataforma de gestión.

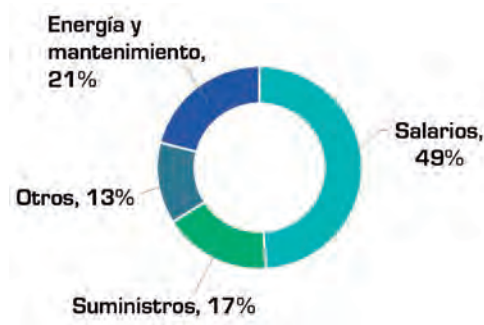
Así pues, de los 13 millones de euros de inversión inicial, se pasa a 13,8 millones de euros con el bloque quirúrgico "smartizado".

¿Cómo se justifica esta inversión adicional de 800.000 euros?

El bloque quirúrgico es una de las partidas más importante de gasto de un hospital. En la actualidad, su coste de explotación puede suponer aproximadamente un 20 por ciento del presupuesto del hospital.

El coste de explotación de un quirófano oscila entre 400 y 900 euros por hora. Este desembolso incluye los recursos humanos, el coste del equipamiento médico, suministros energéticos y el material fungible utilizado durante la intervención.

Conociendo estos valores, si suponemos que un bloque quirúrgico está en funcionamiento 8 horas al día y está operativo unos 230 días al año, el coste de explotación anual del bloque quirúrgico mencionado de 8 quirófanos oscila entre 6 y 13 millones de euros. Este coste de explotación se estructura de la siguiente forma:



Se puede observar que prácticamente el 50% corresponde a salarios del personal. Éstos componen la partida más significativa (en términos relativos y absolutos) y dónde tendrá más repercusión cualquier proceso de mejora por pequeño que sea el porcentaje de ahorro. Consecuentemente, de los 3 beneficios principales asociados a los Smart Buildings mencionados con anterioridad (aumento de la sostenibilidad, seguridad y productividad), se refleja de forma evidente que el aumento de la productividad será el que tendrá una mayor relevancia.

Este aumento en la productividad, ya sea del personal técnico o del personal sanitario se consigue gracias a la implantación de todas las soluciones mencionadas junto con una plataforma de gestión integral donde interaccionen todas ellas, provocando mejoras en:

- ◊ La gestión de la infraestructura
- ◊ Las prestaciones del hospital
- ◊ La fiabilidad de las instalaciones
- ◊ El proceso quirúrgico
- ◊ Las tasas de infecciones nosocomiales
- ◊ La experiencia de los ocupantes (personal, pacientes y familiares)

La mayoría de fabricantes de las soluciones tecnológicas mencionadas indican que con la implantación de sus sistemas se puede conseguir hasta un 30% de optimización del rendimiento del proceso del BQ al que pertenecen.v

Considerando la implantación de todas estas soluciones junto con la plataforma de integración, parece apropiado considerar que se puede conseguir un ahorro del coste anual del orden del 5%, teniendo en cuenta el aumento de productividad del personal, la reducción de suministros mermados junto con el ahorro energético correspondiente.

De esta forma, tomando como valor de referencia de coste de explotación el de 6 millones de euros y teniendo en cuenta que con la “Smartización” se consigue un ahorro del 5% de este coste, significa que anualmente el hospital ahorrará 300.000 euros, de manera que la inversión extra de 800 mil€ se recupera en menos de 3 años.

INVERSIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
BQ CONVENCIONAL	13,0 M€	19,0 M€	25,0 M€	31,0 M€	37,0 M€	43,0 M€
BQ SMART	13,8 M€	19,5 M€	25,2 M€	30,9 M€	36,6 M€	42,3 M€

Es importante destacar que conseguir este 5% no va a ser una tarea nada fácil si no se cuenta con la participación de todo el personal involucrado en el bloque quirúrgico. Por mucha tecnología que se implante, si el personal que debe usarla no cree en ella y no aprovecha todas sus funcionalidades, no podrá conseguirse esta optimización por pequeña que sea.

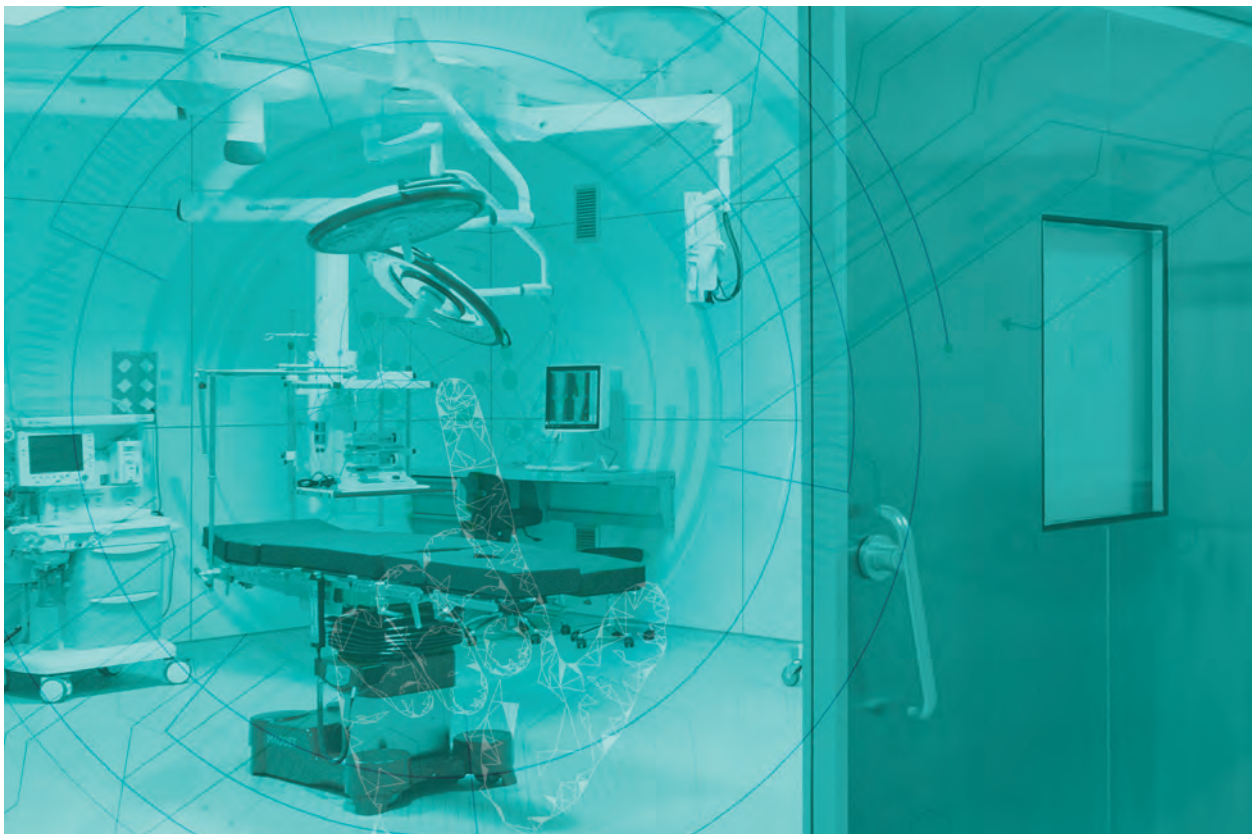
Formar parte de una organización hospitalaria no solo implica ir al hospital cada día y realizar las tareas asignadas, sino que supone ser uno más de la organización y creer en ella. Esto es algo que desde el órgano administrativo del hospital se ha de tener en cuenta y saber transmitir a todos los trabajadores. Implicar a estos últimos en el funcionamiento del hospital supone un mayor compromiso por parte de éstos y, al final, esto se traduce en una mejora de los resultados del hospital.

Es por eso que para conseguir la “Smartización” del bloque quirúrgico se requiere una administración participativa, que consiste en involucrar a los empleados en el proceso de la toma de decisiones desde un principio. Es decir, escuchar su opinión e identificar sus necesidades para poder mejorar los procesos, implantando soluciones tecnológicas que desde un inicio estén aceptadas por aquellos que tendrán que utilizarlas. De esta forma, se consigue que los empleados se sientan escuchados y valorados en su puesto de trabajo, elemento clave para conseguir un aumento de la productividad.

En otras palabras, desde el punto de vista de la dirección del hospital, en cada uno de los procesos de transformación en los que el hospital se sumerja es importante incentivar la participación activa de todos los empleados involucrados en el proyecto, consiguiendo generar en ellos un sentimiento de aceptación hacia la transformación y no un rechazo hacia el avance tecnológico que suple algunas de sus funciones y que además les obligará a innovar constantemente respecto al funcionamiento convencional.

Conseguir evolucionar hacia un bloque quirúrgico Smart y sacarle el máximo rendimiento posible en gran parte depende de que el comportamiento de sus usuarios también sea Smart, de forma que seguir una estrategia en la que se promueva la participación de los empleados desde un inicio parece lo más acertado de forma que se vayan adecuando al nuevo ecosistema lo antes posible con la intención de que, cuando se ponga en marcha el nuevo bloque quirúrgico sistemas y usuarios, vayan todos en una misma dirección.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



8.

PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE QUIRÓFANOS

- 8.1. Puesta en marcha
- 8.2. Mantenimiento

8. PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE QUIRÓFANOS

8.1 Puesta en marcha

Una vez acabada la instalación de un quirófano y antes de ponerlo en servicio, hay que realizar una correcta puesta en marcha. A continuación, se indican las actuaciones mínimas a realizar en la puesta en marcha de las instalaciones eléctricas, de climatización y de gases medicinales

8.1.1 Instalación de electricidad

Inicialmente, y según el Reglamento de Baja tensión, Instrucción Técnica Complementaria 38, es necesario realizar las comprobaciones y mediciones siguientes:

- ✦ Continuidad de los conductores activos, conductores de protección y puesta a tierra.
- ✦ Resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito. Debe ser superior a 0,5 Megaohmios.
- ✦ Verificación de la resistencia de la puesta a tierra.
- ✦ Funcionamiento de todos los suministros complementarios.
- ✦ Resistencia de los conductores de protección y los de equipotencialidad.
- ✦ Control de suelos antielectrostáticos.
- ✦ Comprobación del funcionamiento de las medidas de protección.
- ✦ Control del monitor detector de fugas por impedancia.

8.1.1.1 Medida de la resistencia de los conductores de protección

Se debe asegurar que la resistencia del conductor de tierra entre la toma de corriente y el embarrado de protección sea pequeña para que una corriente de fuga no sea peligrosa. El valor máximo de referencia aceptado es 0,2 Ohm. Deberá separarse el embarrado de puesta a tierra (PT) del embarrado de equipotencialidad (EE) previamente a la realización de las medidas.

8.1.1.2 Medida de la resistencia de los conductores de equipotencialidad

Mediante esta medida se pretende asegurar que la resistencia del conductor de equipotencialidad entre cada parte conductora del entorno del paciente y el embarrado de equipotencialidad (EE) sea pequeña para que una corriente de fuga no sea peligrosa. El valor de referencia máximo aceptado es 0,1 ohmios. Deberá separarse el embarrado de Puesta a Tierra (PT) del Embarrado de Equipotencialidad (EE) previamente a la realización de las medidas.

8.1.1.3 Control de suelos antielectrostáticos

Esta medida tiene como objetivo verificar que la acumulación de cargas estáticas no crea peligro en zona de uso de gases medicinales. Se mide la resistencia entre la toma de tierra y el electrodo triangular. El valor de referencia máximo aceptado es 1 Megaohmios aunque se

admite hasta 100 Megaohmios siempre que se justifique que esto no favorece la acumulación de cargas electrostáticas peligrosas (ITC-BT-38). Otras normativas (CEI 62 A) indican 25 Megaohmios.

8.1.1.4 Control del monitor detector de fugas por impedancia

Esta comprobación se realiza para verificar el correcto funcionamiento del detector de fugas. El valor de referencia nominal de disparo es 4,0 mA. Los valores límites de disparo son entre 4,0 y 4,4 mA.

8.1.2 Instalaciones de climatización

8.1.2.1 Trabajos preliminares

Antes de poner en marcha el sistema de climatización y ventilación se deberá realizar los siguientes trabajos previos:

- ◊ Limpiar la sala de climatizadores
- ◊ Limpiar la toma de aire exterior y el prefiltro del climatizador
- ◊ Limpiar internamente el climatizador
- ◊ Limpieza de filtros de agua previos a válvulas motorizadas
- ◊ Comprobación del funcionamiento de las compuertas motorizadas.
- ◊ Verificar el sentido de giro de los ventiladores
- ◊ Comprobar el estado y limpieza de las bandejas de condensados
- ◊ Comprobar humectación. Calidad de agua.

Para la red de conductos y accesorios se realizarán los trabajos previos siguientes:

- ◊ Comprobar la limpieza interior a través de los registros.
- ◊ Comprobar la correcta colocación de los elementos de medida y control
- ◊ Comprobar el funcionamiento de las compuertas automáticas y verificar su estanqueidad.
- ◊ Retirar los plásticos protectores de las unidades de aire
- ◊ Primer soplado sin filtros absolutos
- ◊ Colocación de filtros absolutos. Puesta en marcha del sistema de humectación.

En las salas de quirófanos:

- ◊ Estado de limpieza interior.
- ◊ Elementos principales interiores colocados.
- ◊ Puertas automáticas en funcionamiento. Verificar estanqueidad.
- ◊ Retirar plásticos de protección unidades terminales de aire.

- ◊ Primer soplado de aire de la unidad climatizadora sin filtros absolutos.
- ◊ Colocación de los filtros absolutos.
- ◊ Puesta en marcha de la humectación.

8.1.2.2 Testeo, ajuste y balance

Seguidamente se llevará a cabo el TAB (Testing, adjusting & balancing). En particular se recomienda:

- ◊ Disponer de las fichas técnicas de las instalaciones y equipos, en las que se indique los parámetros nominales de los elementos.
- ◊ Comprobar el caudal impulsado por cada climatizador, a la salida del mismo y en el filtro absoluto, para validar caudales y detectar fugas de aire.
- ◊ Comprobar el caudal extraído en las salas.
- ◊ Comprobar el caudal en cada una de las rejillas de aportación de aire a las salas.
- ◊ Evaluar la estanquidad de quirófano
- ◊ Comprobar los flujos de aire en quirófanos.
- ◊ Comprobación de las medidas efectuadas por las sondas de presión, temperatura y humedad. Verificar precisión y tiempo de respuesta.
- ◊ Comprobación del grado de fugas de los filtros absolutos.
- ◊ Comprobación y ajuste de las diferencias de presión entre salas contiguas. Si se ha realizado algún tipo de ajuste habrá que volver a medir caudal impulsado y extraído de las salas hasta conseguir que tanto caudales como diferencias de presión se ajusten a lo establecido en proyecto.
- ◊ Comprobación integral del sistema de gestión centralizado.
- ◊ Verificar que el sistema es capaz de mantener el quirófano a las temperaturas y humedades máximas y mínimas establecidas independientemente de las condiciones exteriores y con las fuentes de calor interiores habituales en una intervención.

Todos los trabajos de regulación y comprobación deberán realizarse antes de proceder a la toma de muestras de aire para comprobar la calidad ambiental microbiológica en conductos y salas. Todas las mediciones y comprobaciones se realizarán con la instalación funcionando con sus parámetros nominales y en estado stand-by.

8.1.3 Gases medicinales

A continuación, se indican las pruebas a realizar en las diferentes instalaciones de gases medicinales de quirófanos.

8.1.3.1 Instalación de aire comprimido medicinal y neumático, oxígeno, protóxido de nitrógeno, dióxido de carbono y extracción de gases anestésicos

- ◊ Comprobación de la estanqueidad de la red completa
- ◊ Comprobación de la estanqueidad de todas las válvulas de corte
- ◊ Comprobación en todas las tomas de la eliminación de partículas sólidas en todas las canalizaciones.
- ◊ Comprobación del funcionamiento de todas las válvulas de seguridad.
- ◊ Comprobación de la estanqueidad del conjunto de la instalación con equipos instalados.
- ◊ Comprobación en todas las tomas de la no existencia de conexiones cruzadas
- ◊ Comprobación del cambio de la fuente de suministro normal a la de reserva.
- ◊ Comprobación en toda la instalación, de los sistemas de alarma.
- ◊ Comprobación del funcionamiento correcto del cambio de alimentación eléctrica normal a la de emergencia.

8.1.3.2 Instalación de vacío

- ◊ Comprobación de la estanqueidad de la red completa.
- ◊ Comprobación de la estanqueidad de todas las válvulas de seccionamiento.
- ◊ Comprobación de la estanqueidad de todas las tomas.
- ◊ Comprobación de que todas las tomas están debidamente conectadas a la red de vacío y no a otra red.
- ◊ Control de estanqueidad de la instalación completa sometida a vacío.
- ◊ Comprobación del correcto funcionamiento mecánico y eléctrico de la instalación completa.

8.2 Mantenimiento

El mantenimiento específico de quirófanos y que puede afectar la seguridad de los mismos y de sus usuarios se puede dividir en tres instalaciones: eléctricas, de climatización y de gases medicinales.

La normativa de referencia para mantener estas instalaciones es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios
- UNE 100012:2005
- UNE 100030:2005 IN. Esta norma solo se menciona para las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos.

- UNE 100004:2006
- UNE 100713:2005
- UNE-EN 12097 (Obligatoria según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios para realización de registros de conductos)

Como regla general, se deberá disponer de un registro de operaciones de mantenimiento e históricos, fácil de consultar y a disposición de los técnicos competentes.

Las operaciones se clasifican en dos niveles: Obligatorio y Ordinario. El nivel obligatorio indica que la actuación la impone la reglamentación española vigente. El nivel ordinario, indica que, aunque la operación no sea obligatoria desde la reglamentación vigente, se recomienda su realización desde la ingeniería, consultores independientes, normativas UNE o fabricantes.

8.2.1 Conceptos generales

El personal de mantenimiento deberá cumplir los requisitos siguientes:

- ◊ Personal con cierta exclusividad en áreas críticas.
- ◊ Existencia de programa de mantenimiento exclusivo.
- ◊ Existencia de control interno / externo periódico sobre el estado del mantenimiento.
- ◊ Trabajo conjunto con el personal de limpieza y responsable del control ambiental.

Se deberá prestar especial cuidado en la sala técnica de climatizadores:

- ◊ Mantener en perfecto estado de limpieza.
- ◊ Vigilar condiciones de calidad de toma de aire exterior.
- ◊ Limpieza periódica de las diferentes secciones de las unidades climatizadoras y de los conductos. En especial la batería de condensados.
- ◊ Sustitución de las diferentes etapas de filtros de las unidades climatizadoras.
- ◊ Revisión periódica del funcionamiento de las unidades humectadoras y su limpieza interior y de la lanza de vapor.

En el interior del quirófano se deberá prestar especial atención a:

- ◊ Seguir una estricta disciplina en la manera de realizar las operaciones de mantenimiento (vestido, herramientas, repuestos, embalajes...)
- ◊ Cuidado del nivel de ensuciamiento de los filtros absolutos.
- ◊ Realizar las operaciones de cambio de filtros.
- ◊ Control periódico del funcionamiento de los elementos de control y medida.
- ◊ Mantenimiento de las condiciones de estanqueidad de los elementos de cierre del quirófano.
- ◊ Analizar registros históricos del sistema de gestión.

A continuación, se detallan las operaciones particulares a realizar sobre los equipos y elementos de las instalaciones de electricidad y climatización.

8.2.2 Instalación de electricidad

Equipo: Instalación en general

Periodicidad: Semanal

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38

01.- Revisión del funcionamiento del dispositivo de vigilancia del aislamiento y de los dispositivos de protección.

02.- Registrar en el Libro de mantenimiento del quirófano.

Cualquier anomalía se comunicará al responsable de la gestión del mantenimiento del quirófano.

—

Equipo: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

Periodicidad: Quincenal

Nivel: Ordinario

01.- Verificar la correcta posición de funcionamiento y ausencia de las alarmas.

02.- Verificar el correcto estado de carga de las baterías a través del display.

03.- Verificar la conexión a los equipos de asistencia vital.

Se anotarán en el Libro de mantenimiento del quirófano los resultados de los controles.

—

Equipo: Instalación en general

Periodicidad: Mensual

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38

01.- Realizar medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento.

02.- Registrar en el Libro de mantenimiento del quirófano.

Cualquier anomalía se comunicará al responsable de la gestión del mantenimiento del quirófano.

—

Equipo: Instalación en general

Periodicidad: Anual

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Baja Tensión. ITC-BT-38

Operaciones a realizar por empresa homologada:

01.- Comprobar el correcto funcionamiento de las medidas de protección.

02.- Comprobar la continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra.

03.- Comprobar la resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.

04.- Comprobar la resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito.

05.- Comprobar la resistencia de puesta a tierra.

06.- Comprobar la resistencia de aislamiento de los suelos electrostáticos.

07.- Comprobar el funcionamiento de todos los suministros complementarios.

Se anotará en el Libro de mantenimiento del quirófano los resultados de los controles.

8.2.3 Instalación de climatización

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

Periodicidad: Anual

Nivel: Obligatorio

Normativa: Recomendado según UNE 100012:2005

01.- Determinar necesidad de higienización mediante una evaluación del estado de higienización del sistema mediante inspección visual, la realización de un muestreo del estado de las superficies y la realización de un análisis de la calidad del aire de ventilación.

Si es necesaria la higienización se recomienda seguir los Protocolos de higienización definidos en la norma UNE 100012:2005.

—

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

Periodicidad: Anual

Nivel: Ordinario

Podría añadirse al listado de trabajos de la orden de trabajo siguiente:

01.- Inspeccionar el estado del aislamiento.

02.- Verificar la estanqueidad inspeccionando las juntas y las conexiones.

03.- Verificar la inexistencia de vibraciones.

04.- Comprobar, ajustar y regular los caudales.

05.- Limpiar los tramos de conducto que presenten suciedad.

—

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

Periodicidad: Anual

Nivel: Ordinario

Normativa: Recomendado según UNE 100030

01.- Inspección de estado exterior: oxidaciones, uniones, cintas adhesivas desprendidas, fisuras, pérdidas de aislamiento, enlucidos, etc. Corrección de defectos encontrados.

02.- Inspección de estanquidad. Localización de fugas de aire por juntas o uniones: sellado de uniones.

03.- Inspección deformaciones en conducto: corrección de deformaciones o aplicación de refuerzos.

04.- Inspección signos de humedad, goteras de agua sobre conductos.

05.- Verificación de inexistencia de corrosiones en conductos metálicos. Limpieza y protección de zonas oxidadas.

06.- Inspección de estado de uniones.

07.- Inspección del estado del aislamiento térmico exterior y barrera antivapor y reparación si procede.

08.- Inspección de acoplamientos y uniones flexibles o elásticas con máquinas: corrección de roturas y fugas.

09.- Inspección de los soportes: verificación de espaciado, anclajes, fijaciones a los tirantes, tacos de anclaje, inexistencia de vibraciones.

10.- Inspección interior: suciedad acumulada; desprendimiento de paneles, deflectores, aislamiento, etc. Limpieza interior si procede, según norma UNE 100012.

11.- Inspección interior de conductos de fibra de vidrio: verificación de inexistencia de deterioros en las superficies en contacto con el aire, erosiones en la fibra de vidrio. Reparaciones si procede.

12.- Comprobación de estado de burletes y juntas de los registros de acceso y sustitución si procede.

13.- Comprobación de cierre y ajuste de compuertas manuales de regulación de caudal.

Silenciadores

- 01.- Inspección de estanquidad: corrección de fugas de aire.
- 02.- Inspección uniones y acoplamientos elásticos con conductos y máquinas. Reparación de defectos.
- 03.- Medición de caudales en circulación y pérdidas de carga y comparación con los valores de diseño.

Compuertas de regulación motorizadas

- 01.- Inspección de estado de lamas y goznes de soporte. Limpieza de superficies en contacto con el aire, engrase de goznes, si procede.
- 02.- Comprobación del posicionamiento de las compuertas. Apertura y cierre manual.
- 03.- Verificación de la fijación de las lamas. Verificación de inexistencia de ruidos y vibraciones provocadas por el flujo de aire durante el funcionamiento normal. Ajustes si procede.
- 04.- Inspección de los sistemas de accionamiento mecánico: apriete de tornillos y timonería y engrase de rótulas si procede.
- 05.- Verificación de estado y funcionamiento de servomotores. Apriete de conexiones eléctricas. Comprobación de respuesta a las señales de mando.
- 06.- Verificación de recorridos en compuertas motorizadas. Inspección final de carrera. Ajustes si procede.

Elementos de difusión, retorno y extracción de aire

- 01.- Inspección del estado exterior: Limpieza de superficies y zonas de influencia.
- 02.- Verificación de la fijación de las lamas. Verificación de inexistencia de ruidos y vibraciones provocadas por el flujo de aire durante el funcionamiento normal. Ajustes si procede.
- 03.- Verificación de estado y funcionalidad de compuertas de regulación de caudal, manuales o automáticas. Comprobación de libre apertura y cierre. Ajustes si procede.
- 04.- Inspección de deflectores. Corrección de orientaciones si procede.
- 05.- Medición de caudales de aire, por muestreo y comparación con los valores de diseño.
- 06.- Verificación del estado y afianzamiento de marcos y elementos de sujeción.
- 07.- Inspección del sellado de elementos de difusión a conductos y paramentos. Corrección si procede.

Compuerta de sobrepresión

- 01.- Inspección de soporte de lamas. Verificación de que no existen ruidos ni golpeteos anómalos durante el funcionamiento. Comprobación del cierre de los pasos de aire, en situación de reposo.

02.- Limpieza de superficies exteriores.

Equipo: Red de conductos de aire y accesorios

Periodicidad: Cada 2 años

Nivel: Ordinario

Normativa: Recomendado según UNE 100004:2006

Compuertas cortafuegos

01.- Comprobación de funcionamiento: eliminación de obstáculos para su libre cierre y apertura.

02.- Inspección de los mecanismos de actuación y de su respuesta a las señales de mando.

03.- Inspección de fusibles y conexiones eléctricas. Apriete de conexiones.

04.- Comprobación del estado de la clapeta de obturación y de que queda abierta después de la inspección.

—

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Mensual

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3

01.-Revisar y limpiar los filtros. Reponerlos si es necesario.

02.- Inspeccionar visualmente la ausencia de fugas en prensas, racores y juntas de la red de tuberías y accesorios.

—

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Bimensual

Nivel: Ordinario

Normativa: Recomendado por UNE 100004:2006

01.- Desmontar y limpieza del chiclé y electrodos (autoproduccion) del humidificador.

02.- Desmontar y limpiar la bomba de drenaje del humidificador.

03.- Comprobar el correcto apriete en los ventiladores.

04.- Comprobar el correcto funcionamiento de las compuertas de toma y salida de aire.

05.- Verificar los presostatos diferenciales en el sistema de control.

06.- En caso de humectadores de placa húmeda, si es necesario desinfectar o sustituir.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Semestral

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3

- 01.- Engrasar las compuertas.
- 02.- Comprobar el correcto funcionamiento del desagüe de condensados.
- 03.- Comprobar la ausencia de vibraciones y ruidos.
- 04.- Engrasar los rodillos y elementos móviles.
- 05.- Verificar los anclajes.
- 06.- Verificar y ajustar la alineación de las poleas.
- 07.- Verificar el estado de corrosión y aplicar protecciones antioxidantes si es necesario.
- 08.- Limpieza general y comprobación de la estanquidad de la bandeja de condensados.
- 09.- Verificación general de la estanquidad de las juntas de unión.
- 10.- Inspeccionar el aislamiento térmico.
- 11.- Inspeccionar los soportes antivibratorios.
- 12.- Verificar y ajustar las sondas y los elementos de campo.
- 13.- Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas según las señales de mando.
- 14.- Verificar y ajustar los órganos de acción de las válvulas motorizadas.
- 15.- Comprobar la estanqueidad de las válvulas de interceptación.
- 16.- Revisión y limpieza de los filtros de agua.
- 17.- Realizar la limpieza exterior y revisión general de las baterías y comprobar la ausencia de pérdidas.

—

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Semestral

Nivel: Obligatorio

Normativa: Recomendaciones de UNE 100012:2005

- 01.- Determinar necesidad de higienización mediante una evaluación del estado de higienización del sistema mediante inspección visual, la realización de un muestreo del estado de las superficies y la realización de un análisis de la calidad del aire de ventilación.

Se recomienda seguir los Protocolos de higienización definidos en la norma UNE 100012:2005.

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Anual

Nivel: Obligatorio

Normativa: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios IT 3

01.- Realizar la limpieza exterior y revisión general de las baterías y comprobar la ausencia de pérdidas.

02.- Comprobar la circulación de las baterías purgando si es necesario.

03.- Inspeccionar la inexistencia de fugas en los tramos visibles de la red de tuberías, comprobar la estanqueidad de los circuitos de distribución.

—

Equipo: Unidades de tratamiento de aire (Climatizadores)

Periodicidad: Anual

Nivel: Ordinario

Normativa: Recomendaciones según UNE 100004:2006 IN

01.- Inspección de estado de superficies exteriores, limpieza y eliminación de corrosiones.

02.- Repaso de pintura de las superficies exteriores

03.- Inspección de tejadillos exteriores de protección

04.- Inspección de cierres de puertas y registros.

05.- Reparación y cambio de burletes, si procede.

06.- Limpieza de las superficies interiores de todas las secciones y módulos.

07.- Verificación del estado y funcionalidad de los soportes antivibratorios.

08.- Verificación de estado de impermeabilizaciones, juntas y telas asfálticas. Reparación si procede.

09.- Inspección de los tornillos de unión de módulos.

10.- Sustitución de tornillos oxidados.

11.- Inspección del estado de los aislamientos termoacústicos interiores y reparación si procede

12.- Inspección del circuito de alumbrado interior.

—

Equipo: Filtros

Periodicidad: Mensual

Nivel: Ordinario

Normativa: Según recomendaciones de 100004:2006 IN

01.- Verificación de inexistencia de fugas de aire por juntas de paneles, puertas y registros.

02.- Inspección de estado y limpieza de filtros de aire. Limpieza o preferentemente sustitución, cuando sea preciso.

—

Equipo: Filtros

Periodicidad: Anual

Nivel: Ordinario

Normativa: Según recomendaciones de UNE 100004:2006 IN

01.- Inspección de estado de superficies exteriores, limpieza y eliminación de corrosiones.

02.- Repaso de pintura de las superficies exteriores.

03.- Inspección de cierres de registros y puertas. Reparación y cambio de burletes, si procede.

04.- Inspección de los tornillos de unión de módulos. Sustitución de tornillos oxidados.

05.- Limpieza de las superficies interiores de los módulos y secciones de filtración.

06.- Inspección del estado de los aislamientos termo acústicos interiores o exteriores y reparación si procede.

07.- Comprobación de la estanqueidad de los portamarcos y bastidores de soporte de filtros y reparación si procede.

—

Equipo: Filtros

Periodicidad: Cada dos años

Nivel: Ordinario

Normativa: Según recomendaciones de UNE 100004:2006 IN

01.- Verificación del estado y estanquidad de uniones flexibles en embocaduras a conductos y reparación si procede.

02.- Comprobación del funcionamiento del control automático avisador de filtros sucios.

—

Equipo: Instalación general

Periodicidad: Anual

Nivel: Ordinario

Normativa: UNE 100713:2005

01.- Realizar análisis higiénico según protocolo:

A.- Medición de la estanquidad entre la junta de la célula filtrante y el perfil de estanquidad de la carcasa soporte.

B.- Contaje de partículas: El contaje de partículas en los locales con ambiente de clase I se realizará directamente en el aire impulsado.

C.- La medición de la concentración de microorganismos en el aire: La medición se debe realizar en los quirófanos y en el resto de los locales con ambiente clase I, en la impulsión del aire y detrás de la unidad terminal.

D.- La comprobación del sentido de circulación del aire: Se debe realizar, con el local cerrado, mediante la prueba de humo.

8.2.4 Gases medicinales

Equipo: Almacenamiento de gases

Periodicidad: Semestral

Nivel: Ordinario

01.- Comprobar el número de botellas conectadas y en reserva.

02.- Conmutar y poner en servicio las baterías de botellas de reserva durante un mínimo de 10 minutos.

03.- Comprobar la presión de servicio.

04.- Verificar la inexistencia de fugas.

05.- Verificar el correcto funcionamiento del cuadro de alarmas ópticas y acústicas.

06.- Verificar el buen estado de los latiguillos de las botellas.

—

Equipo: Tomas de gases

Periodicidad: Semestral

Nivel: Ordinario

01.- Inspeccionar la ausencia de fugas en tomas.

02.- Comprobar que la presión de salida sea correcta.

—

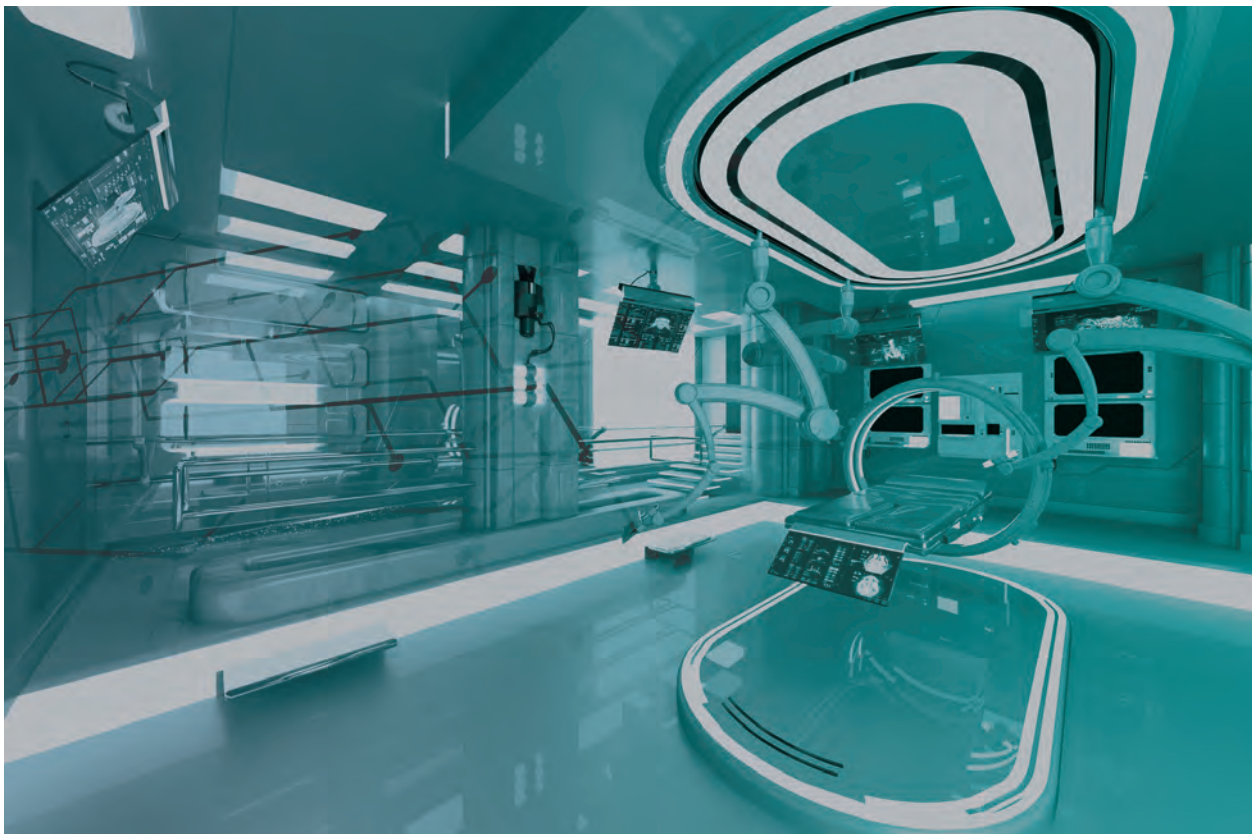
Equipo: Red de tuberías y accesorios

Periodicidad: Semestral

Nivel: Ordinario

- 01.- Limpiar filtros y purgadores. Renovar los filtros según intensidad de utilización.
- 02.- Purgar el circuito.
- 03.- Inspeccionar la ausencia de fugas en juntas y filtros.
- 04.- Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas de seguridad.
- 05.- Realizar una limpieza general de todos los elementos.
- 06.- Comprobar visualmente el aspecto externo de serpentines.
- 07.- Comprobar caducidad de los flexibles.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



9.

TENDENCIAS HOSPITALARIAS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

9. TENDENCIAS HOSPITALARIAS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

En los últimos años la práctica quirúrgica ha evolucionado de una manera espectacular, incorporándose nuevas tecnologías, así como desarrollando nuevas técnicas de cirugía mínimamente invasivas, con los consiguientes beneficios para los pacientes y el sistema sanitario, en reducción de gastos de hospitalización, etc....

A continuación, y sin ser esta lista limitativa, se citan algunos de los ejemplos hacia donde está evolucionando el nuevo concepto de bloque quirúrgico.

- ◆ Aumento hasta llegar a su techo natural de la cirugía ambulatoria, incorporada o no en el bloque quirúrgico general.
- ◆ Desarrollo generalizado de la cirugía endoscópica para un gran número de operaciones disminuyendo la agresión al paciente, el tiempo de recuperación y los riesgos de infección.
- ◆ Desarrollo de la cirugía digital, también llamada cirugía 4.0, con posibilidad de realizar cirugía telementorizada que utiliza tecnología 5G de comunicaciones y aumento del número de quirófanos robotizados.
- ◆ Aumento del número de quirófanos híbridos, tanto con equipos móviles (TAC, RMN, sistemas de guiado por imágenes, pequeños aceleradores lineales), para la obtención in situ y durante el proceso quirúrgico de imágenes intraoperatorias o la realización de técnicas y tratamientos con el campo operatorio abierto, como con equipos fijos de mayor potencia instalados en dependencia anexa y comunicada con el quirófano.



Retroiluminación regulable en armarios de medicación de unidad BQ

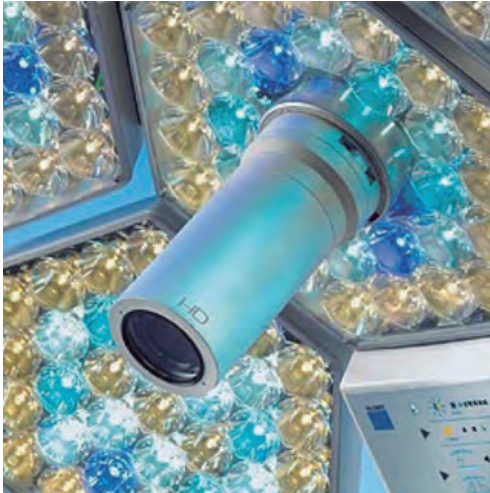


Sistemas de AED (Ambient experience design) en techos quirófono

- ◊ Aumento del número de quirófanos robotizados.
- ◊ Desarrollo de sistemas de simulación informatizada para la formación de los cirujanos.
- ◊ Evolución de las lámparas quirúrgicas. Los conjuntos de lámparas de quirófono de última generación incorporan sistemas de LEDs en diferentes colores para conseguir variar la temperatura de color manteniendo un IRC superior a 95, pudiéndose regular el nivel de intensidad lumínico, seleccionar la temperatura de color adecuada a la intervención a realizar, así como variarse el tamaño focal del campo.
- ◊ Desarrollos de lámparas quirúrgicas múltiples con nivel y orientación adaptables a cada tipo de operaciones.



Sistemas LED en lámparas quirófanos



*Sistemas grabación digital
en lámparas quirófanos*



*Sistemas de control de instalaciones
quirófanos en torretas*

♦ Integración de sistemas de grabación de video y sonido mediante cámaras integradas en la empuñadura permitiendo que las imágenes puedan ser visualizadas y controladas en el propio quirófano a través de monitores colgados en brazos integrados o en pared con interface de usuario multitáctil o bien a diferentes unidades hospitalarias como aulas de formación, salas de conferencias, etc. El resultado de la grabación asimismo puede ser almacenado en diferentes formatos.



Polivalencia de unidades de BQ con incorporación de radiodiagnóstico integrado

TENDENCIAS HOSPITALARIAS DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

- ♦ Integración en el quirófano de la infraestructura informática necesaria y más avanzada en materia de comunicación quirúrgica, permitiendo al facultativo el trabajo de forma interactiva y a tiempo real con otras unidades hospitalarias e incluso con otros centros asistenciales, así como el manejo de datos y documentación.
- ♦ Conectividad de todos los equipos y elementos a instalar en el Bloque Quirúrgico, pudiendo crear tendencias y análisis con la multitud de información producida y analizada mediante la inteligencia artificial con el consecuente beneficio tanto para el paciente como para los procesos y análisis médicos, ayudando a tomar decisiones además de interactuar con las plataformas de gestión del edificio.



Polivalencia de unidades de BQ con incorporación de radiodiagnóstico integrado



Diferentes pantallas activas en unidad de control instalaciones quirófano

► Implantación generalizada de los sistemas de identificación por radiofrecuencia RFID para permitir la escritura/lectura rápida y fiable de datos contenidos en ciertos dispositivos (equipamiento médico básicamente), todo ello mediante ondas de radio de diferentes frecuencias, sin necesidad de contacto ni línea directa de visión, a distancias variables según el producto, siendo capaz de identificar elementos agrupados y que puede ser utilizado de manera muy versátil e innovadora en múltiples procesos y actividades, permitiendo la transformación y optimización de los mismos.

► Evolución de los sistemas de iluminación general del quirófano. La iluminación dinámica es una solución avanzada que traslada el dinamismo de la luz natural al entorno de trabajo. Siguiendo el ritmo de la luz diurna, el alumbrado dinámico crea un ambiente luminoso estimulante y natural que permite controlar la luz conforme a las preferencias personales, consiguiendo espacios de trabajo flexibles: el objetivo principal al incorporar este nuevo concepto en la unidad de BQ como solución sanitaria de valor añadido es, el aumento de la productividad del equipo médico con el consiguiente beneficio de proveer un mejor y más focalizado cuidado y atención médica al paciente. Con la incorporación de sistemas de iluminación dinámica, tecnologías AED (Ambient Experience Design) y el concepto de iluminación circadiana, se proporcionan experiencias multisensoriales que evolucionan según el tiempo y espacio, y logramos entre otros, los siguientes beneficios:

- Sobre el personal clínico una mejora del trato con el paciente, bienestar y efectividad laboral, satisfacción y motivación
- Respecto a pacientes y familiares una mayor participación en el tratamiento, menor grado de ansiedad y más confort al simular los ciclos circadianos, lo que conlleva a la menor administración de sedación y medicación, así como la realización de pruebas más seguras, rápidas y fiables



Panel técnico de mando y control instalaciones quirófano

- ◊ Extensión de los criterios de la utilización de los sistemas de recirculación de aire y de la posibilidad de poner en stand-by la instalación de climatización de los quirófanos para reducir el consumo energético manteniendo las condiciones de calidad de aire y de presurización de los espacios.
- ◊ Maximización de la utilización de los quirófanos y su equipamiento para rentabilizar las altas inversiones que representan.
- ◊ Desarrollo de nuevos sistemas de medición en continuo de las condiciones microbiológicas en el interior del quirófano y introducción de nuevos sistemas y criterios para la limpieza y desinfección de las superficies.
- ◊ Implantación de criterios para contribuir a la humanización de los espacios del bloque quirúrgico.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO



10. **NORMATIVA A CUMPLIR**

10. NORMATIVA A CUMPLIR

A las instalaciones contempladas en el interior de un Bloque Quirúrgico le son de aplicación las reglamentaciones siguientes:

- **REAL DECRETO 1027/2007**, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios. CORRECCIÓN de errores del Real Decreto 1027/2007.
- **REAL DECRETO 235/2013**, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Modificado por el Real Decreto 564/2017, de 2 de junio.
- **REAL DECRETO 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006)
- **REAL DECRETO 1371/2007**, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **REAL DECRETO 1367/2007** del 19 de octubre del 2007 que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, y posteriores modificaciones.
- **LEY 34/2007**, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera. (BOE núm. 275, 16/11/2007)
- Se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. **REAL DECRETO 865/2003**, de 4 de julio (BOE núm. 171, 18/07/2003)
- **NORMAS UNE** citadas en las normativas y reglamentaciones.
- **REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN** (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).
- **UNE-HD 60364-7-710:2014**: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-710: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Locales de uso médico.
- **UNE-EN 12464-1: 2012**. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores.
- **NORMA UNE-EN-ISO 7396-1: 2016**. Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 1: Sistemas de canalizaciones para gases medicinales comprimidos y de vacío. (No es de obligado cumplimiento, aunque sí recomendable su aplicación).

- **Norma UNE-EN-ISO 7396-2.** Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 2: Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos.
- **UNE-EN ISO 9170-1:2008** Unidades terminales para sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 1: Unidades terminales para gases medicinales comprimidos y de vacío. (ISO 9170-1:2008).
- **UNE-EN ISO 7396-2:2007** Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 2: Sistemas finales de evacuación de gases anestésicos. (ISO 7396-2:2007)
- **UNE-EN ISO 9170-2:2008** Unidades terminales para sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 2: Unidades terminales para sistemas de evacuación de gases anestésicos. (ISO 9170-2:2008)
- **Norma UNE-EN 13348:2016.** Tubos redondos de cobre sin soldadura, para gases medicinales o vacío.
- **Real Decreto 1345/2007**, de 11-10-2007, por el que se regula el procedimiento de autorización, registro y condiciones de dispensación de los medicamentos de uso humano fabricados industrialmente.
- **ISO/IEC 11801 2:** Tecnología de la Información – Cableado genérico para locales de clientes. Parte 2: locales de oficinas.
- **ANSI/TIA/EIA-568-B.** Estándar de Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales (abril 2001).
- **ANSI/TIA/EIA-569-A:** Normativa de cableados para edificios comerciales en relación con espacios y canalizaciones de telecomunicaciones.
- **ANSI/TIA-569-C.** Vías y espacios de telecomunicaciones
- **ISO/IEC 61156-5** Cables de par/cuádruples multinúcleo y simétricos para comunicaciones digitales. Parte 5: Cables de par/cuádruples simétricos con características de transmisión de hasta 1000 MHz. Cableado horizontal del piso. Especificación seccional.
- **EN 50173:** Tecnología de la Información – Sistemas genéricos de Cableado genérico, Partes 1, 2, y 3.
- **EN 50174:** Tecnología de la Información – Instalación de Cableados, Partes 1, 2 y 3.
- **EN 50288:** Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales.
- **ISO/IEC 14763-2.** Tecnología de la información. Implementación y operación del cableado de las instalaciones del cliente. Parte 2: Planificación e instalación.
- **TDMM:** Manual de Métodos de Distribución de las Telecomunicaciones según BICSI (Building Industries Consulting Services, International).

- **UNE-EN IEC 60332-3-24.** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C
- **UNE-EN 61034-2:** Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos
- **UNE-EN 60754** Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos. Y Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.
- **EN 50310:** Redes de enlace de telecomunicaciones para edificios y otras estructuras.
- **ANSI/TIA/EIA-607:** Conexión y puesta a tierra de telecomunicaciones (puesta a tierra) para locales de clientes.
- Especificaciones para cables de par trenzado (UTP) **TSB-36** (Boletín Sistemas Técnicos).
- **NORMAS DE INTERCONEXIÓN DEFINIDAS POR ISO/IEC JTC1/SC25 11801.** Tecnología de la información: cableado genérico para las instalaciones del cliente
- **REAL DECRETO 346/2011**, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- **ORDEN ECE/983/2019**, de 26-09-2019, por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11-03-2011 y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10-06-2011, por la que se desarrolla dicho reglamento.
- **LEY 38/1999**, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. (BOE núm. 266, 06/11/1999).
- **REAL DECRETO 920/2006**, de 28-07-2006, por el que se aprueba el Reglamento general de prestación del servicio de difusión de radio y televisión por cable. (BOE núm. 210. 02/09/2006)
- **REAL DECRETO 424/2005** de 15-04-2005 por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios. Y modificaciones posteriores.
- **LEY 42/1995**, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado, de las telecomunicaciones por cable. (BOE núm. 306, 23/12/1995)

Derogación de la Ley 42/1995, sin perjuicio de lo previsto en las disposiciones transitorias sexta y décima de esta Ley. Ley 32/2003 de 3 de noviembre (BOE núm. 264, 04/11/2003).

- **NORMAS UNE-EN 50083-1, UNE-EN 50083-2 y UNE-EN 50083-8.** Redes de distribución por cable para señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos. Parte 1: Requisitos de seguridad / Parte 2: Compatibilidad electromagnética de los equipos / Parte 8: Compatibilidad electromagnética de las redes.
- Los equipos instalados de radiocomunicación no podrán perturbar radioeléctricamente a otros del entorno, para lo que deberán cumplir la norma **UNE-EN 55011** (Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia).
- **REAL DECRETO 513/2017**, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (BOE, núm. 139, 12/06/2017)
- **REAL DECRETO 393/2007**, de 23-03-2007, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias que puedan dar origen a situaciones de emergencia. (BOE. Nº 72. 24-03-2007).
- **REAL DECRETO 842/2013**, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. (BOE núm. 281, 23/11/2013).
- **SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.**
- **ORDEN DE 9 DE MARZO DE 1971**, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo (BOE núm. 64, 16/03/1971). Y modificaciones posteriores.
- **LEY 31/1995**, de 8 noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995). Y sus modificaciones posteriores.
- **REAL DECRETO 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997). Y sus modificaciones posteriores.
- **REAL DECRETO 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 256, 25/10/1997).
- **REAL DECRETO 39/1997**, de 17-01-1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 27, de 31/01/1997).
- **REAL DECRETO 773/1997** de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPIs). Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 140, 12/06/1997)

- **REAL DECRETO 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 188, 07/08/1997).
- **REAL DECRETO 614/2001** de 08 de junio-sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 148, 21/06/2001)
- **REAL DECRETO 2177/2004**, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18-07-1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE núm. 274, 13/11/2004)
- **REAL DECRETO 286/2006** de 10-de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido. Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 60, 11/03/2006)
- **NORMA UNE-EN 12128** sobre Laboratorios de investigación desarrollo y análisis, Niveles de contención de los laboratorios de microbiología, zonas de riesgo, instalaciones y requisitos físicos de seguridad.

INTRODUCCIÓN A LAS INSTALACIONES DEL BLOQUE QUIRÚRGICO

En la línea de las diferentes monografías que históricamente hemos venido redactando, es una satisfacción para mí presentar esta "Introducción a las instalaciones del Bloque Quirúrgico", que hemos preparado un equipo pluridisciplinar de JG Ingenieros, y que esperamos que sirva al conjunto de la profesión.

Tenemos en JG una larga tradición de publicaciones y de divulgación de conocimiento, pues estamos convencidos de que parte de nuestra responsabilidad social pasa por ordenar y poner en común nuestra experiencia profesional, en este caso en el diseño de las instalaciones de los quirófanos.

El documento recoge primero la sistematización de las diferentes instalaciones a integrar en un bloque quirúrgico: climatización, electricidad, mecánicas y comunicaciones. A continuación, presentamos las posibilidades de la tecnología smart para la mejora de las condiciones de operación de los quirófanos. Finalmente incluimos un capítulo importante sobre

la puesta en marcha y mantenimiento del bloque quirúrgico, y una recopilación de las tendencias de diseño en este servicio tan central en los hospitales. Aunque hemos puesto el máximo esfuerzo en ser precisos y acertados en las propuestas de esta monografía, agradeceremos por supuesto cualquier observación sobre su contenido que debiera ser corregida o pudiera ser mejorada.

Nos hubiera hecho mucha ilusión que nuestro presidente fundador, Juan Gallostra Pedemonte, hubiera podido presentar este libro. Lamentablemente falleció hace unos pocos meses, y a él entonces le dedicamos esta publicación.

Quisiera dar las gracias, para acabar, a todos los profesionales de JG Ingenieros que han colaborado en este documento por su participación desinteresada, y a todos nuestros clientes y amigos por sus aportaciones e impulso para redactar esta nueva monografía, que esperamos os guste y sea útil.