

Fundamentos de ingeniería hospitalaria

Marc Castellà de Pedro
Xavier Ferré Tafalla
Josep Serra Capmany

PID_00210386



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundació para la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis de ellos un uso comercial y ni obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

1. Integración de las instalaciones con la arquitectura.....	5
2. Requerimientos a contemplar en función de cada actividad.	7
3. Criterios en el diseño de instalaciones.....	10
4. Áreas de instalaciones. Su ubicación.....	13
4.1. Edificio técnico de instalaciones	13
4.2. Instalaciones en sótano/cubierta	13
4.3. Planta técnica de instalaciones	14
5. Sostenibilidad en centros sanitarios.....	15
5.1. Introducción	15
5.2. Sistemas clásicos de aprovechamiento y nuevos sistemas eficientes	16

1. Integración de las instalaciones con la arquitectura

Las instalaciones de un centro hospitalario representan en torno al 40% del presupuesto total del mismo.

La superficie construida destinada a ubicar los espacios de instalaciones suele estar entre el 7% y el 12% de la superficie total, dependiendo básicamente de si se cubren o no totalmente los espacios de instalaciones ubicadas en el exterior (climatizadores y equipos de ventilación, enfriadoras, etc.). Constituyen, por tanto, y no solo por su función, una parte importante del centro hospitalario.

La tendencia inicial en modelos de centros hospitalarios antiguos era conceder a las instalaciones un papel muy secundario, no reservando espacios específicos para estas. Este aspecto provocó que, en ocasiones, la ejecución de las instalaciones se realizara con carencias, como pueden ser las ejecuciones de superficie, o el dimensionado en previsión solo de los usos y capacidades iniciales del edificio, sin una previsión para ampliaciones o cambios futuros, y por tanto, de escasa o nula flexibilidad ante estos. Asimismo, la implantación posterior de equipos de climatización motivó la ocupación de grandes espacios en las cubiertas, así como la instalación de equipos de ventana.

En España esta tendencia se vio modificada a partir de la mitad del siglo pasado con la construcción de los grandes complejos hospitalarios de nuestro país (Bellvitge, Valle de Hebrón, La Paz, La Fe, etc.), adquiriendo las instalaciones una especial relevancia a partir de la década de los 90 en la construcción de nuevos complejos, como los hospitales de Mataró, Igualada, Denia, Reus, Molllet, nuevo Hospital La Fe, nuevo Hospital Clínico de Granada, etc.

En estos nuevos hospitales, las instalaciones se conciben como una parte más del edificio, independientes funcionalmente (accesos propios, espacios exclusivos) pero integradas en su estructura constructiva, y disponiéndose en espacios con las dimensiones necesarias para facilitar el mantenimiento que es cada vez más exigente.

Es por ello que en un edificio o complejo hospitalario es fundamental la coordinación de la ejecución de las instalaciones con el conjunto arquitectónico. Así, durante el proceso de diseño, el equipo responsable de las instalaciones deberá trabajar conjuntamente con el equipo responsable del diseño arquitectónico. Una comunicación fluida entre ambos equipos permite poder realizar implementaciones a fin de optimizar trazados, prever áreas de instalaciones optimizando su ubicación y su dimensionado, implantar los sistemas más eficientes para las características del edificio, y adaptar las instalaciones a sus necesidades actuales con previsión para futuras ampliaciones.

Por último, indicar que la integración de las instalaciones con la arquitectura garantizará su correcto funcionamiento y facilitará su control y mantenimiento, contribuyendo así a mejorar la percepción de confort del edificio por parte de los usuarios.

2. Requerimientos a contemplar en función de cada actividad

A continuación se detallan los requerimientos de instalaciones necesarios en cada una de las unidades de actividad presentes en un complejo hospitalario, y que se desarrollan de forma específica en los capítulos correspondientes a cada una de las instalaciones.

Un hospital presenta diferentes unidades de actividad, tales como: hospitalización, consultas externas, hospital de día, urgencias, área quirúrgica, servicios de diagnóstico, etc. Los requerimientos en cuanto a instalaciones en cada una de ellas son diferentes, y presentan particularidades tanto por la dotación mínima como por los consumos a prever.

Las instalaciones generales necesarias para la totalidad del complejo hospitalario son las siguientes:

- Red de saneamiento y conexión a alcantarillado.
- Suministro de agua fría y caliente sanitaria.
- Climatización y ventilación.
- Suministro de energía eléctrica.
- Instalaciones de la información y la comunicación (instalaciones TIC):
 - Voz/datos.
 - Megafonía.
 - TV.
 - Reloj patrón.
- Instalaciones contra incendios.
- Instalaciones de seguridad.
- Sistema de gestión centralizada.

Para darles servicio, se dispondrá una centralización de acometidas y generación de energías, así como aquellas centrales complementarias para instalaciones específicas que corresponden a las siguientes:

- Acometida de agua sanitaria y contra incendios.

- Aljibes de agua sanitaria y contraincendios.
- Centrales de tratamiento de agua desionizada.
- Acometida eléctrica.
- Central eléctrica de emergencia (grupos electrógenos).
- Almacenamiento de combustible (gasóleo) para grupo generador de energía eléctrica.
- Acometida de gas natural.
- Acometidas de operadores de telecomunicaciones.
- Suministro de gases combustibles para las instalaciones de climatización, cocina, y lavandería.
- Central de generación de energías para climatización (calderas, enfriadoras, etc.).
- Centralización de almacenamiento y suministro de gases medicinales.
- Transporte neumático entre determinadas áreas (por ejemplo, farmacia y hospitalización para el envío de medicamentos).
- Transporte/evacuación de ropa sucia y basuras a centralización de recogida.

En lo que respecta a las particularidades de cada unidad de actividad, tendremos, además de lo ya especificado:

- Hospitalización.
 - Comunicación paciente-enfermera.
 - Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío).
- Consultas externas.
 - Sistema pasen-esperen.
- Hospital de día.
 - Comunicación paciente-enfermera.
 - Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío).
 - Vigilador de aislamiento.
- Hemodiálisis.
 - Agua desionizada.
 - Comunicación paciente-enfermera.

- Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío).
- Vigilador de aislamiento.

- Urgencias/UCI/UVI.
 - Agua desionizada en boxes para hemodiálisis.
 - Comunicación paciente-enfermera.
 - Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío, gases anestésicos).
 - Monitorización de paciente.
 - Vigilador de aislamiento.

- Área quirúrgica.
 - Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío, gases anestésicos).
 - Monitorización de paciente.
 - Vigilador de aislamiento.

- Servicios de diagnóstico.
 - Gases medicinales (oxígeno, aire medicinal, vacío, gases anestésicos).

3. Criterios en el diseño de instalaciones

Un edificio o complejo hospitalario debe considerarse, en la práctica totalidad de sus unidades de actividad, como de pública concurrencia; y en aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se debe garantizar en todo momento el suministro eléctrico a determinadas instalaciones y al alumbrado de la zonas de público.

Por otra parte, en cumplimiento del Documento Básico DB-SI de protección contraincendios del Código Técnico de la Edificación, se debe garantizar la protección contraincendios en el edificio, con la disposición de los medios contraincendios activos (alarmas, BIE, etc.) y pasivos (sectorización de incendios), y la evacuación, si es preciso, de todos sus ocupantes.

Además, se trata de unas instalaciones que cumplen la función de atención, diagnóstico y tratamiento de pacientes en diferentes situaciones y condiciones de salud.

A la hora de especificar los criterios que deben cumplir las instalaciones de los centros sanitarios, se deben concretar los criterios generales y específicos, derivados de los requerimientos que de forma resumida se han contemplado en el capítulo anterior.

En este apartado, se tratan de forma resumida los criterios básicos que se deberán aplicar a la hora de diseñar un hospital, y que se desarrollan de forma más extensa en cada uno de los capítulos de instalaciones específicos.

Estos criterios podrán parecer ambiguos o poco específicos, pero se complementan con los requerimientos técnicos particulares de cada una de las salas que se precisan en el centro, dando de esta forma una visión global de las instalaciones necesarias.

Como resultado de los requerimientos enumerados, y para dotar al centro de estas características especiales, se deberá considerar:

- Necesidad de un suministro eléctrico complementario de reserva, a través de una línea de distribución redundante a la de suministro normal y a través de fuentes de generación propias.
- Incorporación de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), para suministro de energía a las instalaciones de las unidades y servicios críticos (urgencias, quirófanos UCI/UVI, racks de comunicación, instalaciones de seguridad, etc.), que no admiten cortes de suministro.

- Iluminación nocturna en habitaciones y pasillos. Esta no debe deslumbrar, se trata de un alumbrado de sereno.
- Instalación de gases medicinales para cubrir las necesidades de los pacientes.
- Climatización y ventilación de todas las áreas con graduación individual de temperatura.
- Sistema de intercomunicación bidireccional entre los profesionales del equipo asistencial, por telefonía móvil, o sistema buscapersonas, e integrado en el sistema de llamada “paciente-enfermera”.
- Sistema de intercomunicación “paciente-enfermera”. La comunicación será entre las zonas de enfermería y estar del personal sanitario, también en las habitaciones y sus baños, así como otras salas específicas.
- Red de comunicaciones, con conexión para voz y datos en todos los puntos de trabajo y en las habitaciones de pacientes.
- Sistema de control de acceso automatizado del personal mediante tarjetas identificativas y lectores de proximidad, para la restricción del acceso a determinadas áreas a las personas no autorizadas. Serán compatibles con la evacuación de emergencia.
- Sistema de vigilancia por circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Instalación de megafonía general integrada en la red de comunicaciones del hospital.
- Instalación de transporte neumático para el envío entre diferentes servicios de historiales, informes, muestras, o medicamentos.
- Instalación neumática de evacuación de residuos y ropa sucia hasta centralización de recogida, tratamiento y/o eliminación.
- Sistema de detección de incendios analógico, y sistema de extinción específico según el uso de la sala, prevaleciendo la utilización de agentes extintores no tóxicos.
- Elementos de sectorización de incendios, disponiéndose electroimanes retenedores en las puertas cortafuego.
- Los pasillos y circulaciones técnicas, puertas y elementos de paso, tendrán las dimensiones y características físicas para la utilización de sistemas especiales de transporte de material voluminoso y pesado (historias clínicas,

material de esterilización). En áreas de pacientes, los pasillos permitirán la circulación en paralelo de dos camas.

- Dispensador automático de medicamentos en cada planta de hospitalización, en la zona de enfermería.
- El equipamiento fijo ha de ser sólido, resistente, de fácil mantenimiento y en general, antivandálico.
- Señalización y rotulación general de los principales circuitos del centro, y en especial de las vías de evacuación.
- Gestión técnica de las instalaciones del edificio.

4. Áreas de instalaciones. Su ubicación

En el apartado de “Integración de las instalaciones con la arquitectura”, ya se ha mencionado la importancia de definir tanto la ubicación de las áreas de instalaciones como la superficie necesaria en cada una de ellas.

La ubicación de los recintos destinados a instalaciones, en relación con el resto del edificio o complejo hospitalario, puede resolverse con diferentes modelos o incluso con la aplicación de un híbrido entre ellos, en función de la envergadura del centro. Se describen, a continuación, estos modelos de ubicación:

4.1. Edificio técnico de instalaciones

Corresponde a un edificio independiente en el cual se ubican la mayoría de centros de producción, almacenamiento y suministro (agua caliente para climatización, agua fría para climatización, gases medicinales, agua sanitaria, electricidad, etc.), y desde el cual se distribuyen los servicios a los edificios que constituyen el complejo hospitalario. En los edificios destinatarios del suministro, se dispondrán los subsistemas que completen la instalación (climatizadores, subcuadros eléctricos, etc.). Al estar físicamente separado de los edificios “consumidores”, la dimensión de las conducciones es mayor, ya que la distancia genera pérdidas de carga que hay que compensar.

Este modelo es el más implantado en los grandes complejos (ciudades sanitarias) y en grandes hospitales compuestos por varios cuerpos de edificación, en los que el espacio disponible en la parcela permite la construcción de un edificio técnico separado. Presenta la ventaja de centralizar en un único punto todas las generaciones y alejar de las áreas habitadas unas instalaciones que presentan molestias por ruidos, vibraciones y emisiones de humos.

4.2. Instalaciones en sótano/cubierta

Consiste en ubicar los centros de producción, almacenamiento y acometidas ocupando áreas específicas de las plantas superior e inferior del edificio. Desde estas áreas se alimentan las distintas unidades del hospital.

Este modelo es el utilizado en hospitales que normalmente constan de un único edificio con ocupación total de la parcela, y en el que por tanto deben centralizarse todos los servicios.

La ventaja con respecto al anterior modelo es que los trazados son menores y por lo tanto, también las pérdidas de carga y caídas de tensión, con lo que se consiguen conducciones de dimensiones inferiores.

4.3. Planta técnica de instalaciones

Habitualmente, en estas plantas técnicas se dispone la instalación de climatizadores. Los centros de producción, almacenamiento y acometidas se resuelven por alguno de los criterios anteriores.

En este caso, las instalaciones se concentran en una planta intermedia, de modo que se pueden alimentar desde ella las plantas inferiores y superiores, con el menor recorrido posible, dando servicio a las áreas con mayores exigencias de climatización.

En este modelo se optimiza el uso de la superficie destinada a salas de climatizadores, al centralizarlos todos en una gran única sala en lugar de disponerse pequeñas salas para cada uno de ellos. Al mismo tiempo, se facilitan el mantenimiento y la conservación de las instalaciones.

5. Sostenibilidad en centros sanitarios

5.1. Introducción

Recientemente, conceptos como *desarrollo sostenible*, *ahorro energético*, *instalaciones eficientes*, etc. son cada vez más comunes. En numerosas ocasiones surgen publicaciones de nuevas edificaciones construidas y publicitadas con los adjetivos anteriores.

En este apartado se realiza una reflexión general sobre el concepto de la sostenibilidad, ya que intentar construir un edificio sostenible es algo más que construir un edificio convencional con unos *gadgets* añadidos. Corresponde al análisis del edificio a lo largo de su vida útil, es decir, en sus fases de diseño, construcción, explotación, mantenimiento, reforma, ampliación y deconstrucción.

La concepción de nuevos edificios se debe realizar teniendo en cuenta diferentes conceptos:

- **Emplazamiento.** Hay muchos ejemplos de grandes centros sanitarios fuera del alcance de medios de transporte públicos con capacidad y tiempo de trayecto adecuados, donde los pacientes y trabajadores tienen que recurrir al transporte privado.
- **Orientación geográfica.** Cómo diseñar y componer las fachadas en función de esta.
- **Los cerramientos.** Cómo tratarlos en función de la zona climática.
- **Los materiales.** Búsqueda de materiales industrializados, fácilmente montables, de bajo mantenimiento y reciclables.
- **La eficiencia de los sistemas de instalaciones,** la implementación de energías renovables y sistemas de gestión para controlar el gasto energético.
- **Eficiencia en la explotación.** Pensar en cómo se va a trabajar, minimizando el traslado de personas, favoreciendo los flujos de materiales e información, es decir, estudio desde la logística.
- **Hacer edificios fácilmente mantenibles,** unificando soluciones tipo, facilitando el acceso y buscando materiales con arreglo a la duración que se

busca, y por último, pensar en la demolición de estos, en no agotar los solares para tener superficies de reserva para ampliaciones o sustituciones.

Tras esta introducción, que podría ser mucho más extensa, se plantean las diferentes soluciones que pueden ayudar a construir edificios cada vez mejores desde un punto de vista de la sostenibilidad.

5.2. Sistemas clásicos de aprovechamiento y nuevos sistemas eficientes

Sistemas de aprovechamiento de recursos naturales:

1) Agua

El reaprovechamiento de agua se consigue con la implantación de dos sistemas diferenciados, pero complementarios entre sí. Por una parte, el aprovechamiento del agua de lluvia y por otra, el de aguas grises (agua recogida en lavabos y duchas), que mediante tratamientos de depuración físico-química, pueden reaprovecharse para riego y utilización en WC.

2) Sol

Para el aprovechamiento de luz solar existen dos tipos de sistemas, por una parte, los paneles fotovoltaicos, que aprovechan la energía solar para generar electricidad, y por otra, los paneles térmicos, que generan agua caliente para su aprovechamiento térmico en forma de producción de agua caliente sanitaria y de apoyo al sistema de calefacción.

Otra aplicación del agua caliente obtenida por los paneles térmicos es la generación de frío solar, en la que mediante ciclos de absorción a baja temperatura se obtiene agua fría para refrigeración. Cabe indicar que se trata de una aplicación cuya instalación no es habitual.

Y obviamente, el aprovechamiento solar por insolación de recintos, usando parasoles en verano.

Por lo que respecta a sistemas eficientes:

1) Agua

Como sistemas eficientes, que permitan disminuir al máximo el consumo de agua, se pueden citar: cisternas de WC de doble descarga, grifos con limitador de caudal, con limitador de temperatura y con aireadores, accionamiento mediante pulsador temporizado e incluso con célula fotoeléctrica.

2) Aire acondicionado

Existen diferentes sistemas que dan un rendimiento mayor al de las instalaciones convencionales, distinguiendo entre producción y distribución.

En producción se puede citar:

- Bombas de calor geotérmicas, que utilizan el intercambio de calor con el subsuelo o con agua del nivel freático.
- Calderas de condensación y baja temperatura, que recuperan el calor de los gases de combustión incrementando el rendimiento.
- Enfriadoras con compresor de levitación magnética para la generación de agua caliente y fría respectivamente, que al carecer de elementos con fricción incrementan el rendimiento y reducen los costes de mantenimiento frente a los equipos convencionales.

En cuanto a la distribución:

- Sistemas basados en superficies radiantes, con un rendimiento superior al de los sistemas tradicionales al trabajar a temperaturas más moderadas y al no disponer de motores ventiladores, aspecto que redonda también en un inferior coste de mantenimiento. Además, proporcionan más confort por la ausencia de corrientes de aire y por el reparto homogéneo de la temperatura.
- Implantación de sistemas de expansión directa de caudal variable de refrigerante, los llamados VRV o VRF. Al adecuar el caudal de refrigerante a la demanda presentan un mayor rendimiento frente a los equipos convencionales. Este rendimiento se ve incrementado en el caso de equipos con recuperación de calor cuando son utilizados en edificios multiorientados que requieren suministro simultáneo de calor y frío. Corresponden a equipos con rendimientos algo superiores a los sistemas de agua, analizados desde el punto de vista estricto del ahorro. Evidentemente, presentan alguna desventaja en otros campos que pueden equilibrar algo la balanza.

3) Iluminación

Sin duda, el uso de la tecnología LED es un claro ejemplo de ahorro energético, con una disminución del consumo de hasta un 60% frente al alumbrado convencional. Asimismo, representa un ahorro en mantenimiento al tener una duración de 4 a 5 veces superior al de fluorescencia.

Los sistemas que permiten un ahorro en el consumo de energía corresponden a:

- Control lumínico en función de la iluminación interior. Regulando el flujo luminoso de las lámparas, e incluso manteniendo las mismas apagadas.
- Encendido de luces mediante detección de presencia en áreas de ocupación ocasional, como lavabos o almacenes.

4) Sistemas de gestión energética

Cualquier hospital hoy en día debe disponer de un sistema de gestión basado en protocolos abiertos, que utilice la red informática del edificio. Este sistema tiene que ser capaz de interpretar todas las señales exteriores e interiores para proporcionar, mediante una programación adecuada, las indicaciones para que las instalaciones trabajen en las condiciones lo más eficaces posible.