

Instal·lacions en un edifici hospitalari

Marc Castellà de Pedro
Xavier Ferré Tafalla
Josep Serra Capmany

PID_00210387



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. Saneamiento, alcantarillado y drenaje.....	7
1.1. Normativa: CTE DB-HS	7
1.2. Generalidades y clasificación de las redes de evacuación de aguas	7
1.2.1. Sistemas de elevación forzada	10
1.3. Red de evacuación, componentes	12
1.3.1. Arquetas y pozos	12
1.4. Redes de ventilación	16
1.5. Conexión a red pública	18
1.6. Mantenimiento	18
2. Fontanería.....	20
2.1. Conceptos básicos y requerimientos de seguridad y fiabilidad ...	20
2.2. Agua fría sanitaria	22
2.2.1. Normativa y reglamentos aplicables	22
2.2.2. Componentes de la instalación	22
2.3. Agua caliente sanitaria (ACS)	24
2.3.1. Normativa y reglamentos aplicables	24
2.3.2. Producción y acumulación	24
2.4. Tratamientos del agua	30
2.4.1. Desinfección	30
2.4.2. Ablandamiento del agua	31
2.4.3. Ósmosis inversa	32
2.5. La legionela	32
2.6. Mantenimiento	35
3. Climatización y ventilación.....	36
3.1. Introducción	36
3.2. Normativa aplicable	36
3.3. Consideraciones iniciales de diseño	36
3.4. Producción de frío y calor	37
3.4.1. Producción de energía	37
3.4.2. Ventajas e inconvenientes	37
3.5. Distribución del fluido caloportante, caudal constante- caudal variable de agua	38
3.6. Sistema de climatización todo-aire	39
3.6.1. Volumen de aire constante	40
3.6.2. Volumen variable de aire	40
3.7. Elementos terminales	41
3.7.1. Climatizadores	41
3.7.2. <i>Fan-coil</i>	42
3.7.3. Inductores	42

3.7.4.	Superficies radiantes	43
3.8.	Conductos y difusión del aire	44
3.9.	Zonas de especial clasificación. Salas blancas	45
3.9.1.	Quirófanos	45
3.9.2.	UCI	47
3.9.3.	Urgencias	48
3.9.4.	Patología	48
3.9.5.	Laboratorios-campanas	48
3.9.6.	Laboratorio de isotopos radiactivos	49
4.	Electricidad	50
4.1.	Introducción	50
4.2.	Normativa	50
4.2.1.	Baja tensión	50
4.2.2.	Líneas generales y estaciones transformadoras	51
4.2.3.	Código técnico de la edificación (CTE)	51
4.3.	Suministro	52
4.4.	Estación receptora	52
4.5.	Estación transformadora AT/BT	53
4.6.	Cuadro general de distribución	54
4.7.	Subcuadros de distribución	56
4.7.1.	Cuadros de área	56
4.8.	Grupos electrógenos	57
4.9.	Sistema de alimentación ininterrumpida	58
4.10.	Redes de distribución	59
4.11.	Iluminación	59
4.12.	Áreas especiales	59
4.12.1.	Instalaciones en salas de intervención	59
4.13.	Energía solar fotovoltaica	61
4.14.	Mantenimiento	61
5.	Instalaciones TIC y de seguridad	63
5.1.	Instalación de voz y datos	63
5.1.1.	Estructura y funcionamiento de la instalación	64
5.1.2.	El centro de proceso de datos (CPD)	65
5.1.3.	Salas para repartidores secundarios	67
5.1.4.	Cableado estructurado y su canalización	67
5.1.5.	Tomas finales de usuario	69
5.1.6.	Servicios de la instalación	70
5.1.7.	WI-FI	71
5.1.8.	Telemedicina	71
5.2.	Comunicación paciente–enfermera	72
5.2.1.	Estructura y funcionamiento de la instalación	72
5.2.2.	Hospitalización	73
5.2.3.	Áreas de UCI, Urgencias, Diálisis y Hospital de día	74
5.2.4.	Componentes de la instalación	74
5.2.5.	Últimas tendencias sobre la instalación	75

5.3.	Megafonía	75
5.3.1.	Componentes de la instalación	76
5.4.	Televisión	78
5.5.	Reloj patrón	78
5.6.	Seguridad: riesgos y estrategias	79
5.6.1.	Circuito cerrado de televisión (CCTV)	81
5.6.2.	Sistema de localización de pacientes	82
5.6.3.	Antiintrusión	82
5.7.	Mantenimiento	83
6.	Gases medicinales.....	84
6.1.	Centrales	85
6.2.	Red de distribución	86
6.3.	Puntos terminales	87
6.4.	Dotaciones en áreas especiales	88
6.5.	Mantenimiento	89
7.	Sistemas contraincendios.....	90
7.1.	Introducción	90
7.2.	Normativa	90
7.3.	Origen de los incendios y naturaleza del fuego	91
7.4.	Tipologías de sistemas de protección contra incendios	92
7.5.	Sistemas de detección y alarma	93
7.6.	Sistemas de extinción	96
7.6.1.	Extintores portátiles	96
7.6.2.	Boca de incendios equipada (BIE)	99
7.6.3.	Sistema automático de extinción de incendios	99
7.6.4.	Columna seca	101
7.6.5.	Hidrantes	102
7.6.6.	Abastecimiento de agua contra incendios	102
7.7.	Sectorización y evacuación	103
7.8.	Mantenimiento	104
8.	Gestión centralizada de instalaciones.....	105
8.1.	Conceptos generales	105
8.2.	Arquitectura del sistema	106
8.3.	Instalaciones a gestionar	107
8.4.	Estrategias de funcionamiento para mejorar la eficiencia energética	108
8.4.1.	El mantenimiento de sistemas para una eficiencia energética sostenida	109

1. Saneamiento, alcantarillado y drenaje

1.1. Normativa: CTE DB-HS

La normativa que regula el diseño, dimensionado y características constructivas de las instalaciones interiores de evacuación y saneamiento del agua corresponde al documento básico del CTE, DB-HS5. Sin embargo, son frecuentes en muchos municipios las ordenanzas municipales que lo complementan.

Como pilares generales de la esta normativa podemos destacar los siguientes puntos:

- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos, y ser autolimpiables.
- Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual, deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables.
- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

1.2. Generalidades y clasificación de las redes de evacuación de aguas

Las aguas evacuadas pueden ser de los tipos siguientes:

- **Pluviales.**
- **Aguas usadas:** Las que no contienen materias fecales (procedentes de lavabos, bañeras, lavadoras, lavavajillas, etc.).

- **Aguas negras o aguas residuales:** Aquellas que arrastran materias sólidas o heces.

Es bueno saber que en los edificios es interesante separar lo máximo posible los diversos tipos de aguas a evacuar.

La red de desagüe se compone de tres elementos principales:

- Las derivaciones horizontales de los aparatos sanitarios.
- Los bajantes verticales a los que acometen los anteriores.
- Y los tramos horizontales de recogida de los bajantes. Estos pueden ser de dos tipos:
 - Colectores suspendidos de los forjados de las plantas inferiores, habitualmente los sótanos, que se denominan albañales.
 - Los enterrados bajo la solera del edificio, que son los colectores propiamente dichos.

Entre estos colectores habitualmente existe uno de ellos, el colector principal, en el que se reúnen las aguas procedentes de los restantes colectores, desembocando en el pozo general del edificio de una forma lo más agrupada posible.

Existen además en toda la red de evacuación una serie de elementos singulares que aseguran su buen funcionamiento. Fundamentalmente, son los cierres hidráulicos (sifones individuales y botes sifónicos colectivos) y la red de ventilación, que puede ser primaria, secundaria y terciaria, y cuyo fin principal es evitar que se vacíen los sifones de los aparatos sanitarios, eliminando al mismo tiempo los gases existentes en la red.

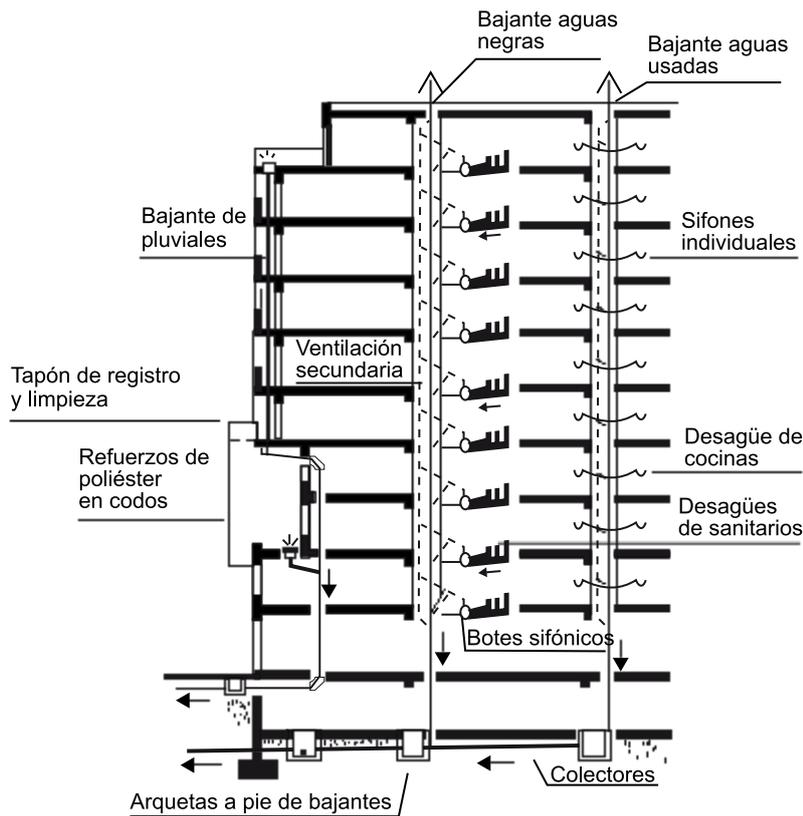
Finalmente, la existencia de arquetas en la red enterrada y registros en la red suspendida en todos aquellos puntos en que puedan surgir atascos permite mantener la red en óptimas condiciones de funcionamiento a lo largo del período de uso.

En las instalaciones de evacuación de aguas, se tienen que tener en cuenta los factores siguientes:

- La red horizontal de desagüe se dispondrá con pendientes iguales o mayores al 1%.
- El desagüe de lavabos, baños y duchas de las habitaciones o consultas se diseñarán con sifones individuales o botes sifónicos registrables, antes de su acometida en las bajantes.

- Debe considerarse siempre la posibilidad de dilatación libre en las conducciones respecto a sí mismas y respecto a los encuentros con otros elementos constructivos. Ello conlleva la independencia total de la red con respecto a los elementos estructurales del edificio para impedir los movimientos relativos entre unos y otros. Son, pues, necesarios elementos elásticos de interposición.
- Los bajantes serán de la misma dimensión en toda su longitud.
- Es deseable la normalización de las medidas de las arquetas, aunque ello suponga sobredimensionamiento de las primeras. La utilización de arquetas prefabricadas, de las que existen de todos los tipos (de paso, encuentro, registro, sifónicas, bombeo, etc.), es muy recomendable, particularmente cuando el material de las conducciones es el mismo que el de las arquetas, ya que de esta forma la estanquidad de la red es prácticamente total.
- La existencia de una arqueta o pozo general de registro entre la red horizontal de saneamiento y la red general de alcantarillado.
- La disposición de una arqueta separadora de grasas en las zonas de cocina.
- La disposición de arquetas de dilución en las zonas de laboratorio y mantenimiento.

El sistema comprende dos canalizaciones paralelas, de las cuales una de ellas recoge los caudales de las aguas usadas cuyo gasto es muy regular y predecible, mientras que una segunda conducción recibe y conduce las aguas de lluvia cuyo caudal es muy superior al anterior y, naturalmente, de grandes oscilaciones en función del clima local

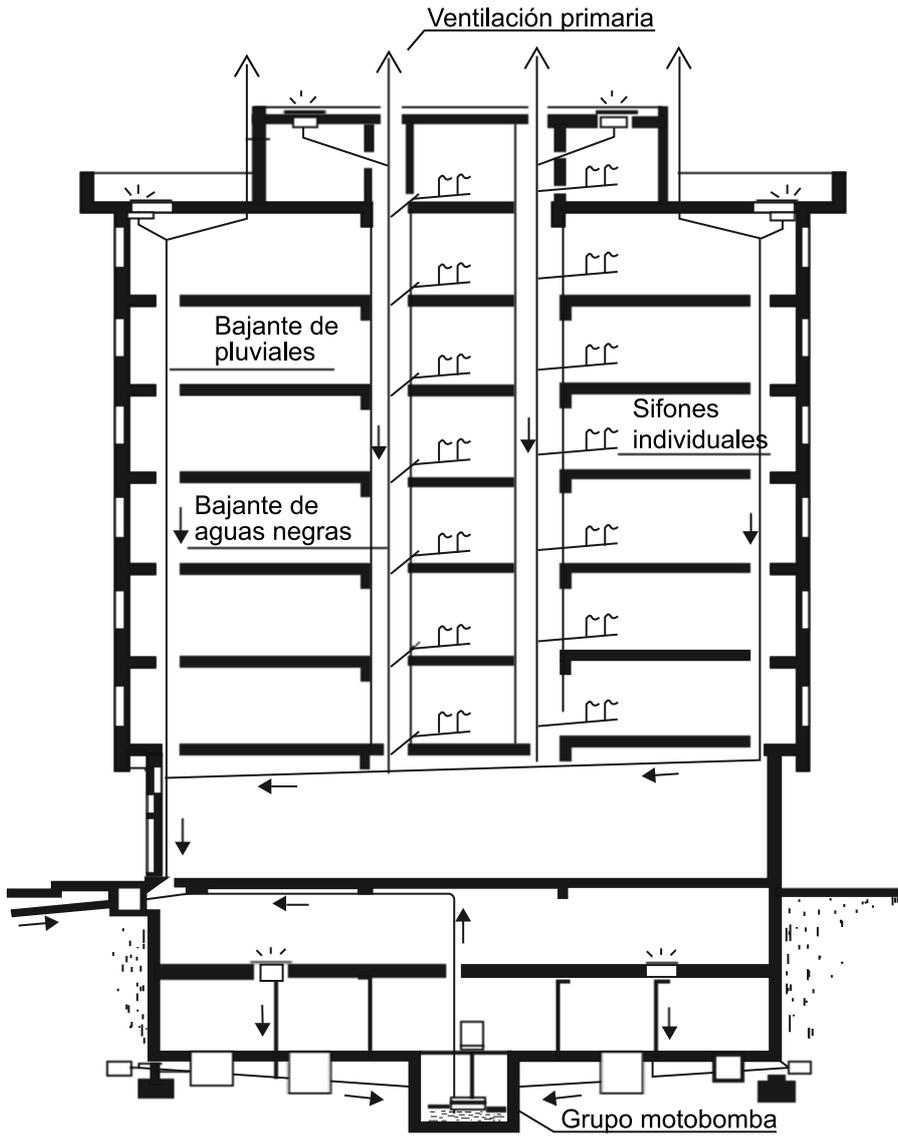


1.2.1. Sistemas de elevación forzada

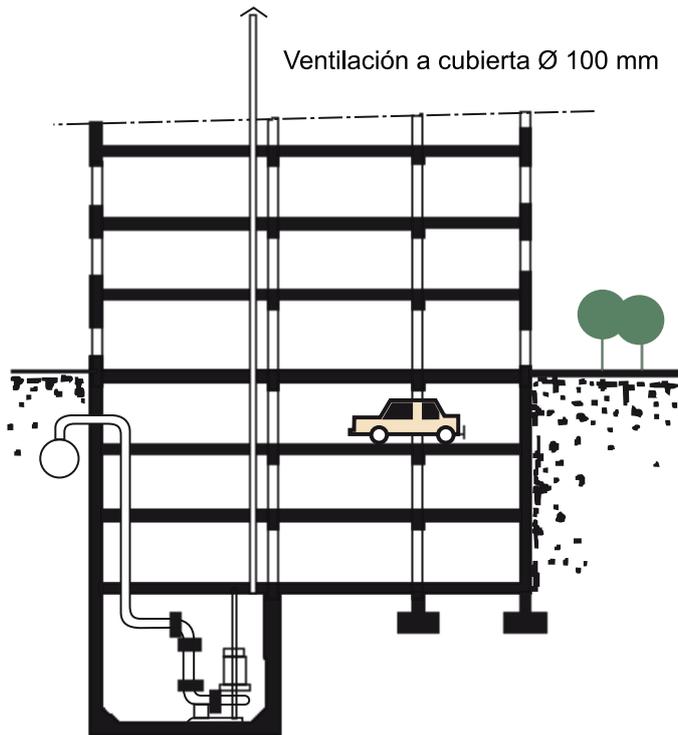
La creciente necesidad de disponer de espacio en cotas inferiores a la rasante del terreno para la ubicación de instalaciones y plazas de aparcamiento ha originado, progresivamente, la necesidad de excavar dos o más plantas de sótano.

En estos casos, la característica común es que su cota final de evacuación es inferior a la de la red del alcantarillado público sobre el que deben desaguar. La solución habitual consiste entonces en la previsión de un pozo de bombeo a muy baja cota donde se reúnen todas las aguas procedentes del edificio, para, desde este punto, mediante una o mejor dos motobombas, impulsar el caudal correspondiente hasta el pozo de registro.

Esta característica es independiente del sistema de evacuación propiamente dicho, pues las aguas a evacuar mediante impulsión por grupos motobombas pueden ser tanto fecales como pluviales.



Bombeo a colector desde pozo de reunión general



1.3. Red de evacuación, componentes

En las redes de evacuación nos encontraremos, por lo tanto, con los componentes siguientes:

- **Conjuntos verticales de tuberías.** Bajantes y ventilaciones.
- **Conjuntos horizontales de tuberías.** Derivaciones y colectores, los cuales son elementos de conexión hasta las bajantes o bien entre ellas.
- **Puntos singulares.** Generalmente muy localizados y que rompen el carácter lineal de las conducciones. Pueden ser muy variados en función de la misión a desempeñar: sean sumideros, grupos de bombeo, pozos, arquetas, separadores de grasas, etc.
- **Cierres hidráulicos.** Destinados a evitar el paso de olores y gases al interior de los locales.

1.3.1. Arquetas y pozos

En todos aquellos puntos en que puedan surgir atascos, haya varios puntos de conexión o casos singulares en el diseño, como en los pies de bajante, se deberán de instalar arquetas o pozos de registros.

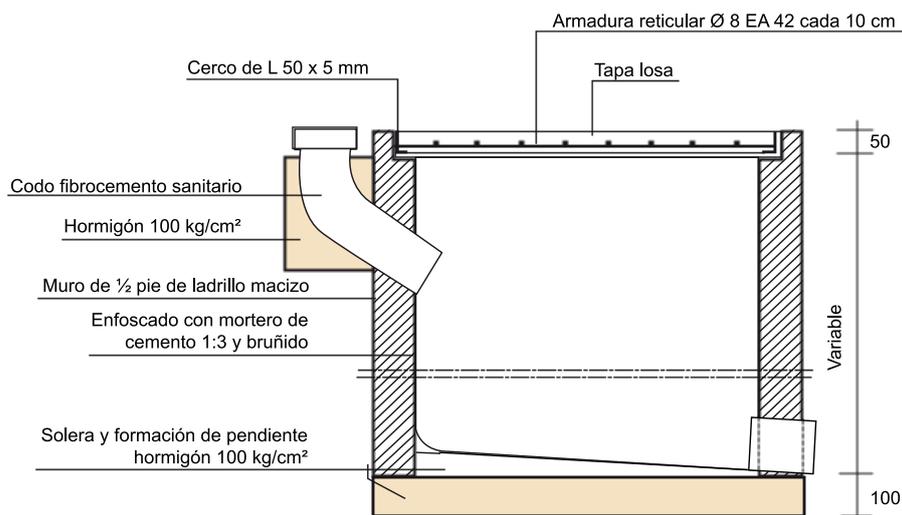
Estos permiten mantener la red en óptimas condiciones de funcionamiento a lo largo del período de uso.

Las arquetas nunca deberán ser de tamaño inferior a 40 x 40 cm (interior) y es necesario que se ejecuten sobre una base de hormigón de unos 15 cm de espesor para evitar que cedan y las consiguientes roturas de los tubos que a ella acometen.

Hay diversos tipos de arquetas que pasamos a enumerar:

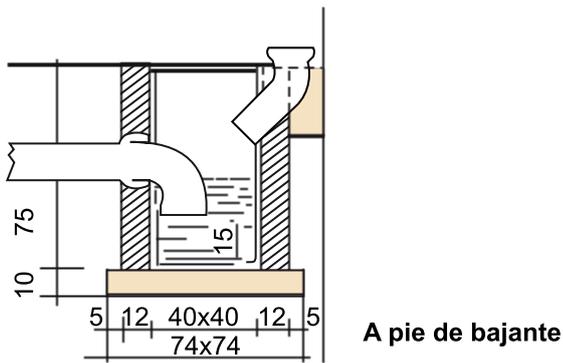
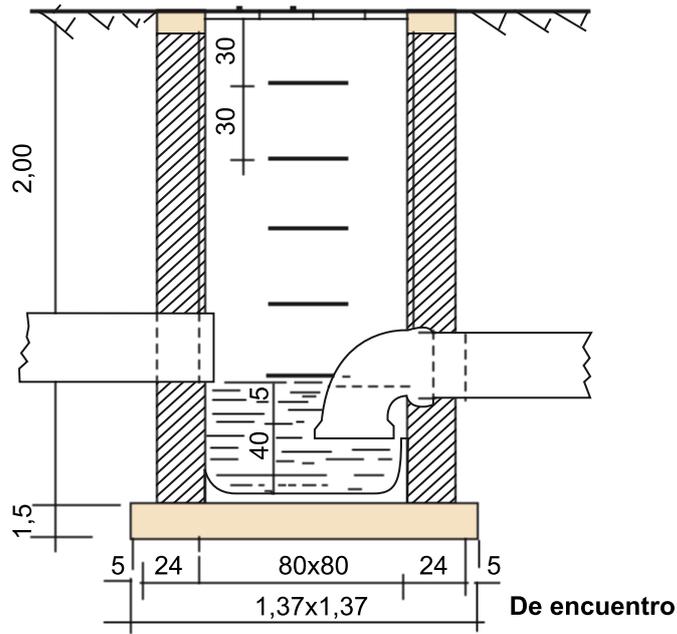
- **Arquetas a pie de bajantes:** Se encuentran situadas al inicio de cada colector y según se indica en su denominación. Deben colocarse siempre que existan encuentros de materiales diferentes en bajantes y colectores permitiendo la limpieza y entretenimiento de estos puntos de encuentro. Su disposición constructiva responde a la figura; se pueden hacer en ladrillo u hormigón, y también las hay fabricadas con materiales plásticos, que por su escaso peso pueden disponerse colgadas de los forjados sin dificultad.

Arqueta a pie de bajante

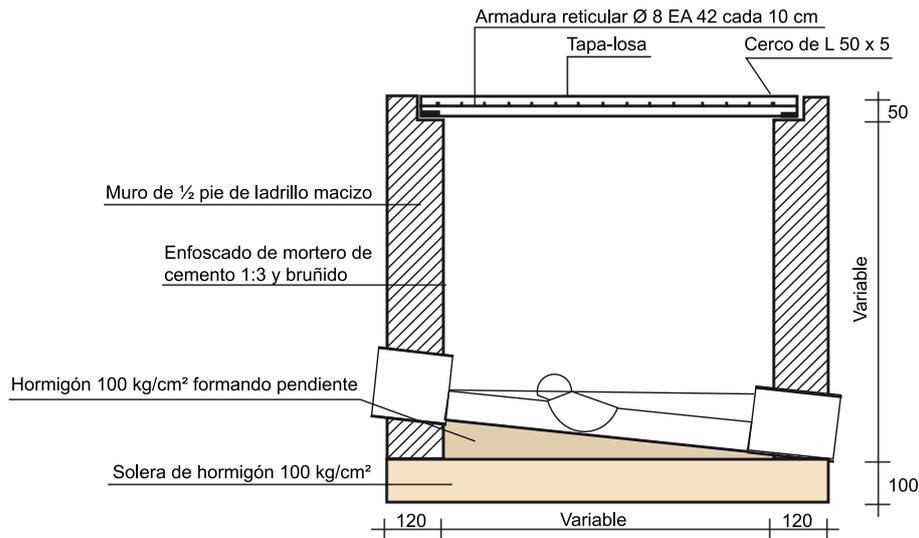


Sección

- **Arquetas sifónicas:** Todos sus condicionantes de construcción son idénticos al caso anterior. Su misión es la de evitar el paso de gases y olores a las conducciones de pluviales en los encuentros de conductos pluviales con fecales, y también evitar el paso de los malos olores de las alcantarillas.

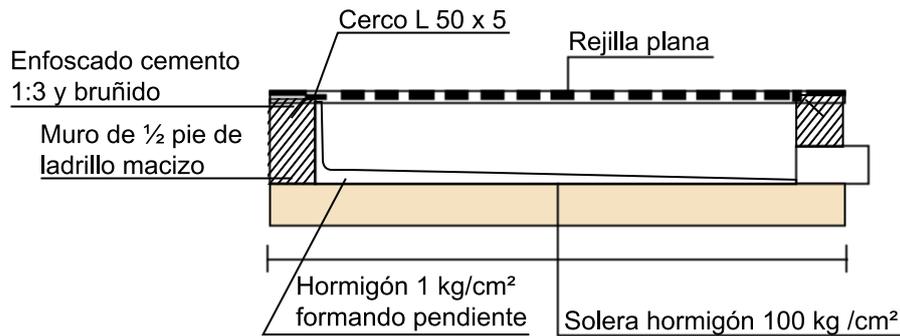


- **Arquetas de paso:** Se sitúan en los tramos rectos del colector cada 15 o 25 m como máximo para permitir su desatasco en el caso de que se haya producido. Asimismo, deben colocarse en todos los cambios de pendiente.



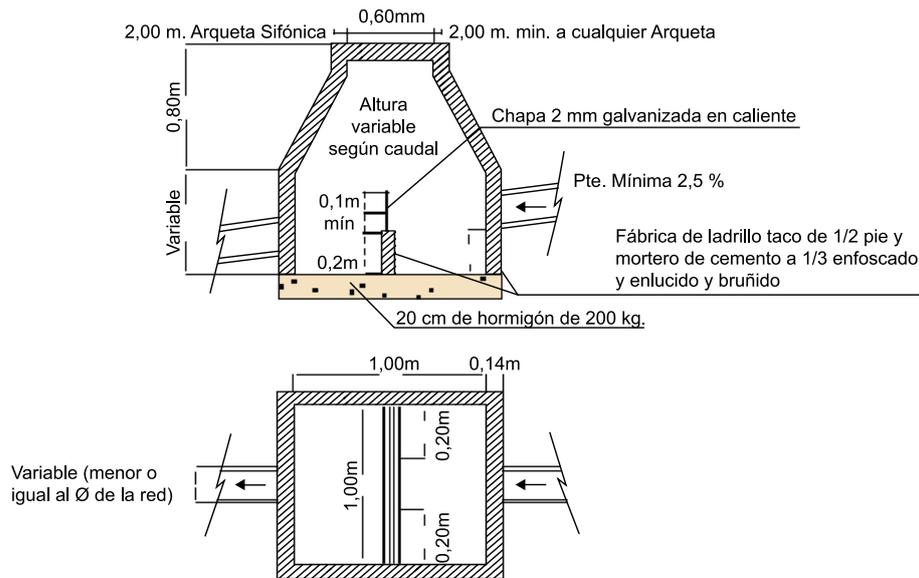
Sección

- **Arquetas sumideros:** Las de superficies destinadas a aparcamientos dentro de los centros con sus correspondientes rampas de accesos, de dimensiones y pendientes considerables, conllevan la necesidad de prever en el inicio de las mismas las llamadas arquetas sumideros.



Sección longitudinal

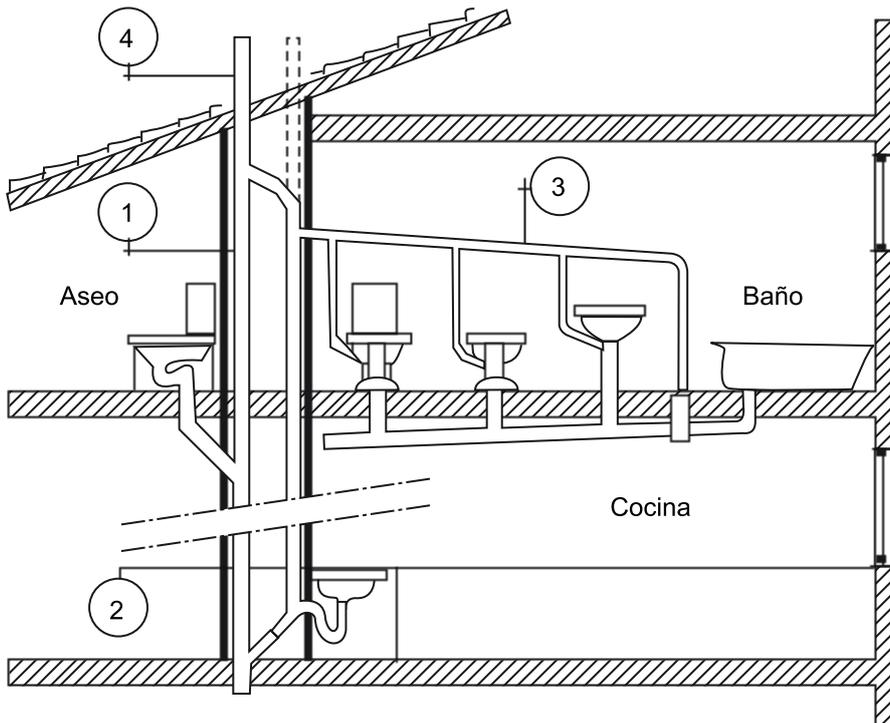
- **Arquetas de toma de muestras:** Es obligado la instalación de una arqueta final de registro para el correcto control y toma de muestras de los residuos vertidos, así como para controlar y evaluar los caudales procedentes del centro, por lo que la previsión de este elemento, dispuesto aguas arriba de la arqueta sifónica de la acometida cuando esta exista, es muy importante.



1.4. Redes de ventilación

La red de ventilación, muchas veces olvidada o menospreciada, es probablemente el elemento más importante de la instalación. Sin su presencia, la red de evacuación tendría un funcionamiento, cuando menos, problemático.

Las redes de ventilación no solamente activan la circulación del agua, sino que mantienen las condiciones aerobias evitando así los fenómenos de sifonamiento por compresión y depresión, al igualar las presiones existentes en toda la instalación.



1. Ventilación primaria
2. Columna de ventilación secundaria

3. Ramal de ventilación terciaria
4. Prolongación de bajante sobre el tejado (ventilación primaria)

En las redes de ventilación se distinguen las tres partes siguientes, tal y como se aprecia en la figura:

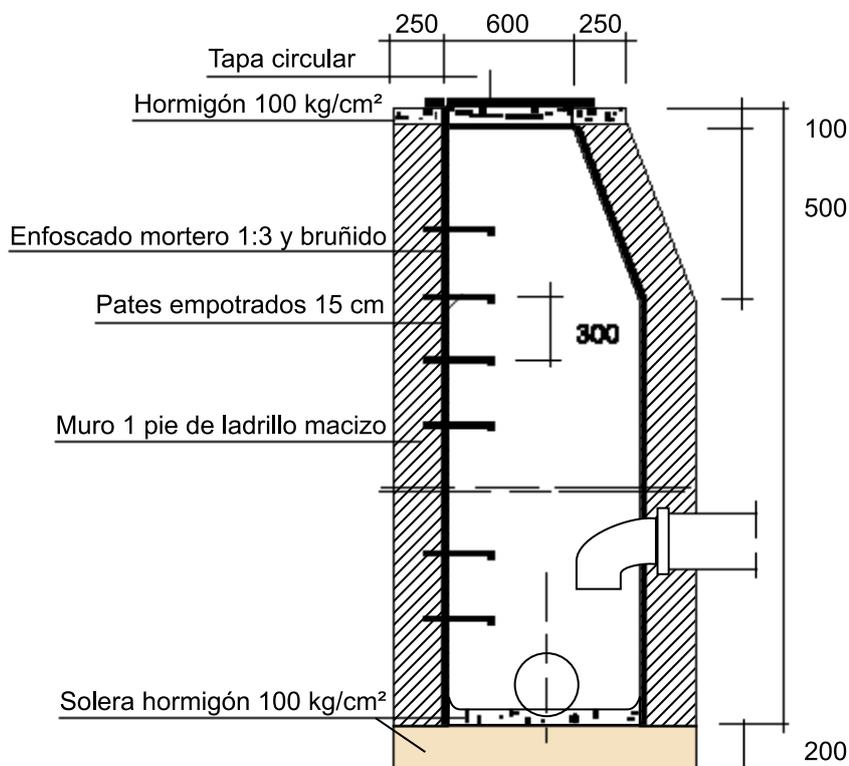
- **Ventilación primaria:** Es la parte de tubería que comunica la columna de desagüe con el ambiente exterior, y consiste en la prolongación de la bajante por encima de la última planta hasta la cubierta, en contacto con la atmósfera exterior, y por encima de los locales habitados. En el caso de sistemas unitarios con ventilaciones primarias, hay que evitar desviaciones de estas bajantes sin ventilación secundaria.
- **Ventilación secundaria:** Es la columna que, en general, corre paralela a la bajante y se conecta a ella en sus extremos, pues es deseable el mayor número posible de conexiones intermedias.
- **Ventilación terciaria:** Es la red que comunica los cierres hidráulicos con la columna de ventilación secundaria, realizándose en sentido ascendente si es posible o, en todo caso, horizontal por una de las paredes laterales del local de servicios higiénicos. La ventilación terciaria debe, asimismo, disponerse cuando la instalación de evacuación se haya realizado por medio de los botes sifónicos comunes a varios desagües, pero se ejecuta muy raras veces debido a la complejidad y costo que su realización conlleva.

1.5. Conexión a red pública

Las acometidas de saneamiento en la práctica totalidad constan de una arqueta interior (también denominada arqueta de arranque), un tramo de tubería que discurre desde el límite de la propiedad hasta la red de alcantarillado y un entronque con la red de alcantarillado. Entronque que puede hacerse mediante taladro directo a la tubería o, preferiblemente, a un pozo de encuentro o de acometida.

Así pues, suele bastar con realizar el pozo de registro o arqueta de registro general que recoge los caudales de los colectores horizontales, sea al interior o al exterior del edificio, desde donde parte el ramal principal o acometida hasta conectar con la red general.

Pozo de registro



1.6. Mantenimiento

Para evitar atrancos, inundaciones, malos olores y plagas de insectos, es primordial mantener las redes de alcantarillado limpias de restos fecales, ya que su abundancia acaba formando tapones en el interior de las tuberías, entorpeciendo el paso del agua y dando lugar a las situaciones descritas.

Por ello, es recomendable efectuar limpiezas periódicas de todas las partes del alcantarillado, es decir, limpiar y mantener libres de restos tanto las acometidas, como las alcantarillas y los colectores.

Mantener las arquetas limpias es fundamental, ya sean las arquetas de paso que pueden estar registradas, las arquetas sifónicas, o las arquetas separadoras de grasas de las cocinas. Estas evitan que los aceites que son vertidos por las tuberías provoquen atrancos y deben limpiarse periódicamente, ya que, de lo contrario, pueden obstruirse o provocar malos olores en el recinto donde estén instaladas.

Es muy importante el uso que le demos a la instalación, ya que arrojar restos que no se deshacen en contacto con el agua de forma inmediata provoca, sin lugar a dudas, que con el paso de los años la suciedad se acumule.

2. Fontanería

2.1. Conceptos básicos y requerimientos de seguridad y fiabilidad

Las instalaciones de suministro de agua potable están formadas por una red integrada normalmente por los elementos de captación de agua. Desde ahí el fluido pasa a otros depósitos de reserva y regulación a partir de los cuales se organiza la red distribuidora o red pública de distribución de agua.

La red pública de distribución es el grupo de tuberías y conductos que, partiendo de los depósitos, tiene la finalidad de alimentar los aparatos hidráulicos de servicio público, así como los ramales de los abonados o particulares. Por lo tanto, a partir de un determinado ramal de un conducto de la red pública

El conjunto de tuberías que abastecen los diferentes puntos de una finca o propiedad es lo que forma la red particular, la cual constituirá la red interior del edificio.

En el siguiente texto se definen las instalaciones de suministro de agua, a partir del tramo donde comienza la instalación particular, que constituye la red interior del edificio.

Los elementos principales de la red interior del edificio son:

- **Acometida:** Es el conducto que une la red pública con la red interior del edificio.
- **Distribución particular:** Es la tubería que, partiendo del correspondiente contador, envía el agua hasta el depósito. Se debe tener en cuenta que, a partir del contador, la instalación es propiedad del abonado.
- **Distribución interior:** Es la red de distribución interior del edificio desde los depósitos y bombas de presión hasta los distintos puntos de consumo.

El suministro de agua debe cumplir las tres condiciones fundamentales siguientes:

- **Higiénicas:** Dirigidas a evitar la contaminación del agua por defecto de las instalaciones interiores.

- **Hidráulicas:** Dirigidas a obtener en cada aparato un caudal suficiente para el uso al que se destina, sin que experimente variaciones sensibles durante su utilización por influencia de los restantes aparatos de la instalación.
- **Económicas:** Dirigidas a obtener una medición exacta del consumo.

Además, la instalación de abastecimiento interior en los centros sanitarios debe completarse con los tratamientos destinados a neutralizar alguna característica indeseada del agua: acidez, corrosión, cloración precaria, etc., y también, los destinados a asegurar la ausencia de turbiedad, ya que hoy en día los controles sanitarios estrictos y el gran deterioro de las redes de distribución pública hacen que su instalación sea de vital importancia.

Para poder garantizar que la instalación interior tenga unas condiciones de seguridad y fiabilidad mínimas, se deben considerar las indicaciones siguientes:

- **Instalación de sistemas de tratamiento del agua.**
- **Independencia parcial de la instalación:** Se realizará por medio de llaves de paso en cada zona o local húmedo, de modo que una avería en un local no impida el uso del resto de la instalación.
- **Instalación de válvulas de retención:** Se situarán en el distribuidor de cada montante, para evitar circulaciones de agua en sentido contrario al deseado.
- **Separación de las redes de agua fría y agua caliente sanitaria:** El tendido de las tuberías de agua fría para que no queden afectadas por el área de influencia de los focos de calor deberán ser paralelas a las de ACS, con una separación de 4 cm.
- **Golpe de ariete:** Se colocarán dispositivos específicos antiarriete. Lo deseable es que se dispongan llaves de paso previas a los dispositivos citados para facilitar su desmontaje y mantenimiento.
- **Trazado de tuberías:** Con el fin de evitar molestias y problemas, conviene que el trazado de las tuberías discurra totalmente por zonas comunitarias.
- **Seguridad en el abastecimiento:** Es muy conveniente efectuar la distribución del agua mediante el sistema de anillo para tener siempre el doble camino hidráulico en cada uno de los montantes, permitiendo el fraccionamiento de la instalación y corte de determinados tramos, manteniendo siempre un recorrido en servicio.

Hay que considerar que la incidencia económica de una instalación de agua se sitúa sobre el 1,5% del coste de ejecución de la obra y que constituye (junto con la electricidad) el servicio más importante para el funcionamiento del centro.

2.2. Agua fría sanitaria

2.2.1. Normativa y reglamentos aplicables

Para la instalación de fontanería de agua fría la normativa de aplicación es el documento básico del CTE, DB HS-4, "Suministro de agua".

2.2.2. Componentes de la instalación

Los componentes de las instalaciones de agua fría se dividen en tres tipos: las tuberías y conducciones, los dispositivos de control y, finalmente, los depósitos y las bombas.

Tuberías y conducciones

Una de las decisiones más importantes que se deben tomar a la hora de diseñar la red de tuberías es la de la elección del material a emplear en las tuberías.

Aunque hoy en día todos los materiales son de muy buena calidad y no suelen dar problemas, sería bueno considerar que hay materiales no demasiado compatibles con cierto tipo de agua. Son los siguientes:

- Acero galvanizado: aguas duras
- Cobre: aguas amoniacales
- Hormigón: aguas sulfatadas

A nivel orientativo, se muestran a continuación los materiales de uso más frecuente que pueden ser utilizados en la instalación de tuberías de la red de fontanería:

- **Acometida:** polietileno.
- **Instalación interior general:** polietileno, acero soldado galvanizado, cobre.
- **Montantes:** polietileno, acero soldado galvanizado, cobre.
- **Derivación interior particular:** acero soldado galvanizado, cobre, acero soldado inoxidable (elevada calidad), polietileno reticulado, polipropileno.

- **Llaves y valvulería (colectores y distribuidores):** latón.

Dispositivos de control

Estos elementos de control son de varios tipos según su misión: regulación del caudal, medición del mismo, disminución de presión, etc. Frecuentemente, aun siendo muy conocidos, no se emplean todavía con la eficacia debida.

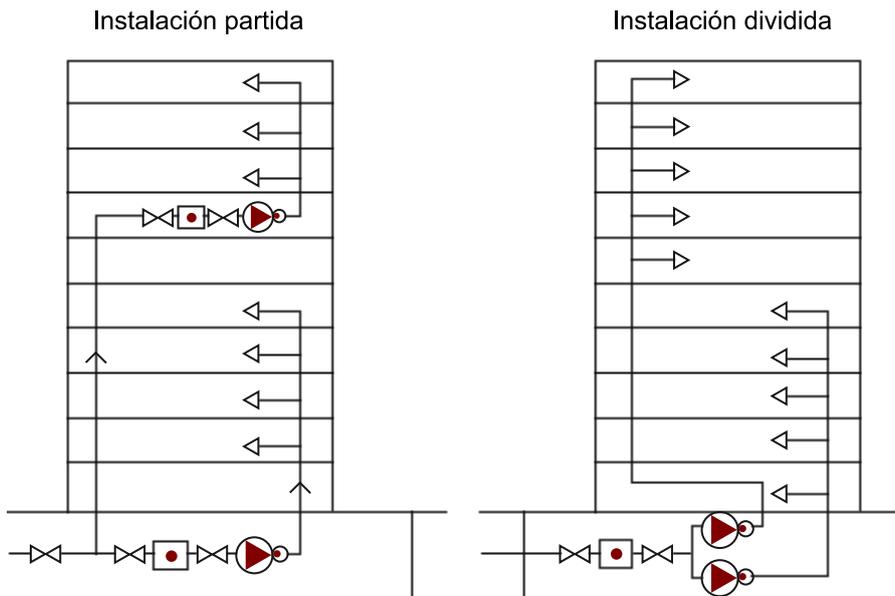
Depósitos y bombas

Son unos de los elementos más importantes de la instalación, ya que nos garantizan el suministro de agua necesario y que esta pueda llegar a todos los puntos de consumo del centro.

Sus características principales son las siguientes:

- **Bomba.** Elemento impulsor del agua, cuya utilización normal sirve para elevar la presión del agua o impulsarla hasta lograr una cota de altura. Por lo general, se utilizan motobombas (motor y bomba incorporados en un mismo eje). Su empleo es frecuente, lo mismo en los circuitos de agua fría que en los de agua caliente.
- **Grupo de presión.** Conjunto formado por una motobomba y un depósito, cuya utilización se verifica en las instalaciones que tienen presión insuficiente, lográndose, con este mecanismo, la presión adecuada para alcanzar los puntos de consumo con situación más desfavorable.
- **Depósito acumulador.** Depósito de agua que permite la acumulación para el servicio de una instalación. Su uso puede ser muy diverso, a veces se utiliza para toma de los grupos de presión, para acumular una capacidad que permita un caudal punta, para instalaciones de servicio intermitente, contra incendios, etc. Cuando su capacidad es muy grande, se desdobra en varios depósitos menores.

Esquema de bombeo en edificios altos



Tipología de las redes de distribución

En general, las distribuciones interiores de agua responden al tipo ramificado o en árbol, con lo cual se pueden definir perfectamente los caudales circulantes por cada una de las conducciones, ya que son conocidos normativamente los consumos en los diferentes puntos de consumo del sistema.

Sin embargo, lo recomendable es usar sistemas de tipo mallado, cuyo mayor inconveniente es que no es posible la definición exacta de los caudales circulantes, dado que no se conocen estos últimos en cada punto de utilización, pero que permite el abastecimiento de cualquier punto de suministro por dos "camino hidráulicos", con lo que la seguridad de abastecimiento es máxima.

2.3. Agua caliente sanitaria (ACS)

2.3.1. Normativa y reglamentos aplicables

El CTE DB-HS4 para el suministro de agua hace alguna referencia a la ACS, pero fundamentalmente son el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) así como sus Instrucciones técnicas (ITE) los textos que desarrollan las características de estas instalaciones.

2.3.2. Producción y acumulación

A la hora de diseñar las instalaciones de producción de ACS, se plantean las incógnitas siguientes:

- Decidir sobre el tipo de suministro a realizar: individual, en el caso de pequeños centros de atención primaria o consultorios con pocos puntos de consumo; o centralizado, en centros medianos o grandes.
- Unificar la producción de ACS con la de calefacción, para optimizar los recursos.
- Combustible a suministrar.

Antes de detallar los diferentes sistemas existentes, de cada solución se derivan las consecuencias siguientes:

- Las exigencias espaciales de las instalaciones centralizadas son mayores y su complejidad técnica es, asimismo, mucho mayor. La instalación centralizada requiere menos potencia total que la suma de las individuales.
- El coste de la instalación es menor en el caso de las centralizadas.
- Para un mismo nivel de confort, el coste de servicio, conservación y mantenimiento es notablemente inferior en las instalaciones centralizadas.

Producción individual de ACS

Existen, fundamentalmente, dos tipos de calentadores autónomos en cuanto al sistema de producción se refiere: los de acumulación y los instantáneos.

- **Instalaciones individuales.** Son aparatos de acción instantánea aquellos que calientan el agua a medida que se produce su consumo, habitualmente alimentados por gas natural, si bien pueden ser también de tipo eléctrico. El sistema habitual, sin embargo, es el de acumulación de una caldera, suministrada con gas natural, en forma de mueble, con un acumulador lateral o inferior y un cambiador de calor. Son instrumentos muy compactos que engloban todos los accesorios necesarios (bomba, válvula de tres vías, selector, etc.).
- **Calentadores-acumuladores eléctricos.** Los termos eléctricos o calentadores eléctricos a presión son aparatos concebidos para soportar la presión de la red de alimentación de agua fría más la presión producida por el calentamiento del agua. Estos aparatos de acumulación (los calentadores eléctricos instantáneos exigen unas potencias muy elevadas, resultando por ello antieconómicos) presentan la gran ventaja de no exigir conductos de evacuación de humos (puesto que no hay combustión) ni presentar peligro de explosión, por lo que su emplazamiento y exigencias constructivas son mínimas, abarcando una gran multiplicidad de usos.
- **Bombas de calor individuales.** El uso de las bombas de calor destaca por su simplicidad de instalación, puesto que para su funcionamiento no se

requiere ni la previsión de chimeneas, ni depósitos de almacenamiento de combustible, ni el espacio que ocuparían estos (por lo que las demandas espaciales son, por tanto, muy pequeñas). La temperatura obtenida para el ACS por este método es, como máximo, de 55 °C, por lo que cumple los valores exigidos por la UNE 100130 (UNE referente a la legionela), si bien con un margen muy ajustado.

Producción centralizada de ACS

a) Producción de ACS centralizada mediante bombas de calor

El RITE permite esta instalación con la problemática que ya hemos adelantado del riesgo mayor respecto de otros sistemas de aparición de brotes de legionela, por la baja temperatura (55 °C) que puede alcanzar.

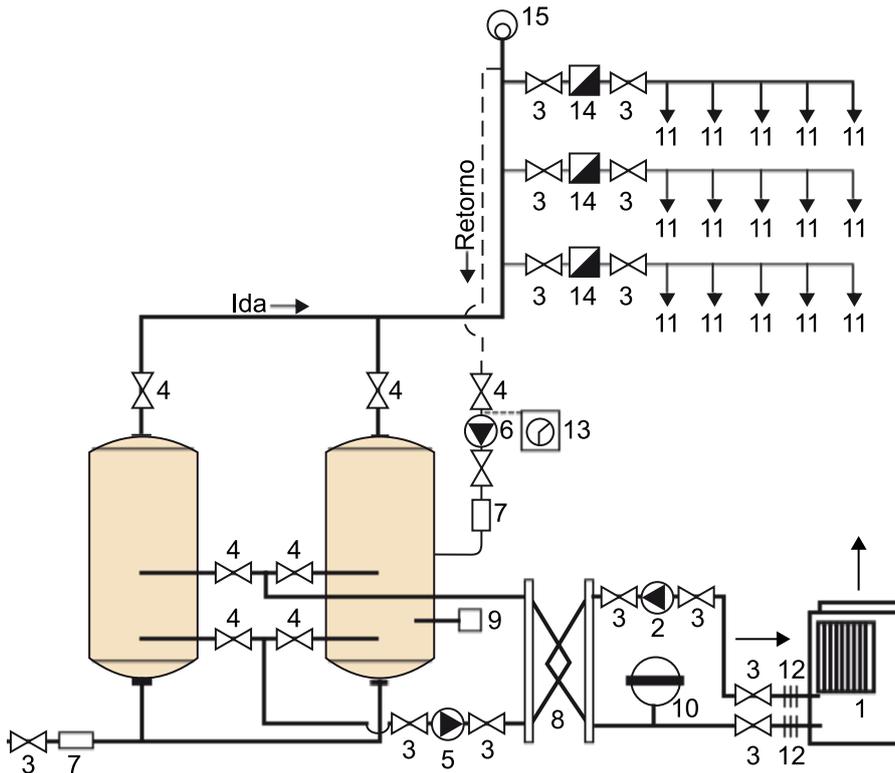
Este sistema se suele emplear frecuentemente en hospitales, ya que pueden amortizarse en pocos años (aproximadamente 6 a 7) y siempre que los consumos sean de cierta envergadura.

Además, es más fácil proceder a instalarla en el exterior, lo que facilita la ventilación del evaporador, aunque ello conlleva la necesidad en muchos lugares de colocar unas resistencias eléctricas de calentamiento para determinados días críticos de bajas temperaturas.

El sistema estándar consiste en producir ACS mediante una bomba de calor asistida por un intercambiador de placas, almacenándola en unos depósitos (normalmente dos) y distribuirla posteriormente a los puntos de consumo.

Respecto a los esquemas de funcionamiento, como se puede apreciar en la figura siguiente, los depósitos de acumulación se dispondrán en serie con objeto de facilitar la estratificación del agua.

Preparación de ACS con bomba de calor en el circuito primario



- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Bomba de calor | 9. Termostato de carga |
| 2. Bomba de circulación 1 ^{RI} | 10. Vaso de expansión |
| 3. Válvulas de interrupción | 11. Grifos de consumo |
| 4. Válvula de regulación | 12. Tubería flexible antivibratoria |
| 5. Bomba de carga 2 ^{RI} | 13. Reloj para bomba de recirculación |
| 6. Bomba de recirculación | 14. Contador |
| 7. Válvula antirretorno | 15. Purgador de aire |
| 8. Intercambiador | |

b) Producción de ACS mediante generadores de calor de gas natural

La producción de ACS mediante la combustión del gas natural presenta las mayores ventajas tanto por la disminución de los niveles de ocupación superficial de las salas de calderas, como por su temperatura de acumulación, tan crítica en centros sanitarios.

Es bueno saber que las calderas de gas deberán situarse en un local exclusivo, con las características específicas marcadas por la norma, destinado a albergar exclusivamente elementos de estas instalaciones. Lógicamente, con la limitación de no poder ubicarse en niveles inferiores al primer sótano.

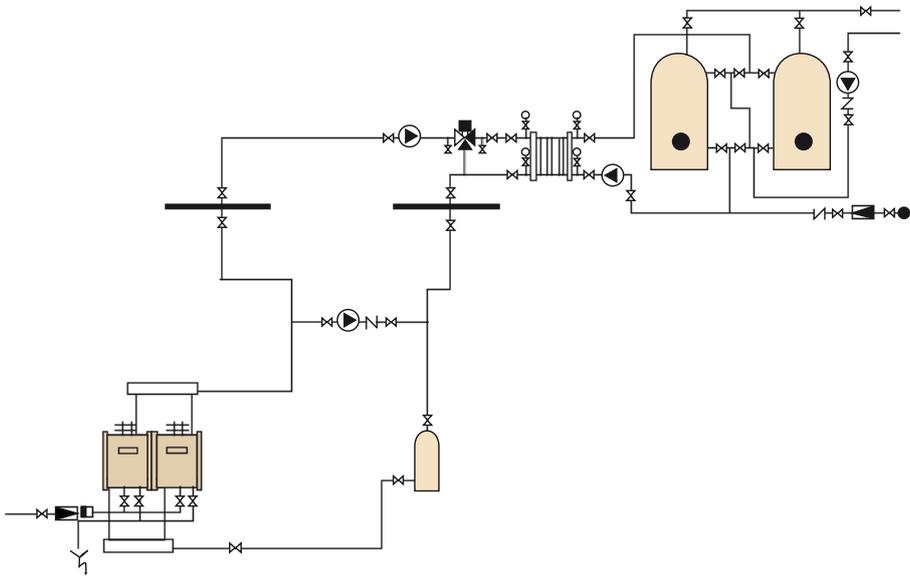
Como características generales cabe destacar:

- Obtención exclusiva de agua caliente sanitaria. Este sistema, muy elemental y práctico, cumple en su totalidad con las exigencias del RITE y está

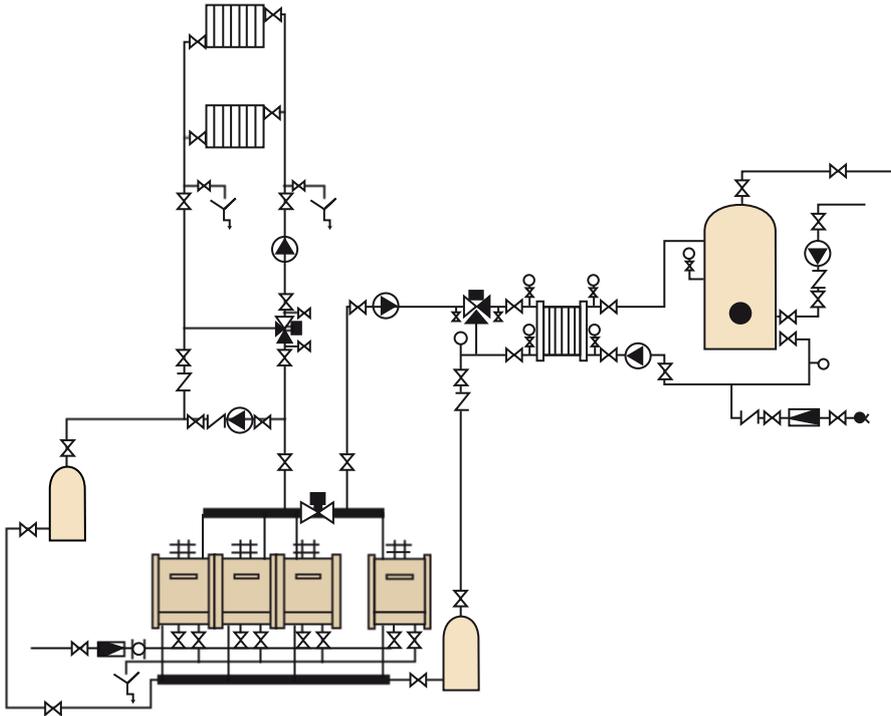
constituido por uno o, mejor, dos módulos de calderas que constituyen un único generador.

- La acumulación de ACS se logra mediante uno o dos acumuladores, por razones de seguridad de servicio y facilidad de mantenimiento.
- La posibilidad de aumentar tanto el número de módulos como el de acumuladores de ACS, con la versatilidad que ello conlleva, constituye la característica más importante de este tipo de instalación.
- Obtención de ACS y calefacción mediante calderas de gas natural. La utilización de módulos de calderas de condensación, actualmente obligatorias por su mejor rendimiento, presenta diversas ventajas que es preciso comentar.

Preparación de ACS mediante calderas multicelulares de gas natural



Preparación de ACS y calefacción mediante calderas multicelulares de gas natural



El esquema de la figura anterior se puede diseñar mediante la previsión de tres módulos (o calderas) para calefacción y uno para agua caliente sanitaria.

Como se puede apreciar, al estar fraccionada la potencia en varios módulos de funcionamiento autónomo, se obtiene una gran seguridad de servicio aun en el caso de que se produzcan anomalías en alguno de ellos. Por este motivo, es aconsejable la colocación de más de un acumulador de ACS, lo cual también ayuda a las labores de mantenimiento.

c) Placas solares

Con la entrada en vigor hace unos años del Código técnico de la edificación, entró en funcionamiento el documento básico DB-HE, "Ahorro de energía", que en la sección 4 habla de la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Por lo tanto, todas las nuevas instalaciones de ACS deberán tener una aportación de energía solar térmica mínima, y esta instalación deberá trabajar en sintonía con la instalación de producción de ACS por métodos convencionales.

Esta norma es de aplicación en los edificios de nueva construcción y en la rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria.

2.4. Tratamientos del agua

Existen multitud de tratamientos de agua, no obstante, en los puntos de consumo urbanos donde el agua ya está pretratada, el agua de red ya ofrece unas condiciones buenas para el consumo.

Aun así, en los centros sanitarios, la necesidad de consumir agua óptima tanto para uso humano como de la maquinaria de precisión es muy importante, y por eso se vuelve a tratar el agua de la red, para que el agua de consumo nos garantice las necesidades estrictas de calidad que se requieren.

Los tratamientos en los centros sanitarios se pueden clasificar en dos según sus necesidades. El primer tipo de tratamiento es la desinfección del agua y el segundo, la desmineralización o ablandamiento del agua. El tema de los tratamientos del agua es muy extenso y técnico, por lo que solo se mostrarán pequeñas introducciones de los tres métodos aquí expuestos.

2.4.1. Desinfección

Para conseguir la eliminación de ciertas materias minerales disueltas indeseables, como por ejemplo compuestos de hierro o de manganeso, la supresión de sabores y olores y la destrucción de gérmenes patógenos, se recurre normalmente a tratamientos de aguas con procesos químicos.

Existen multitud de sistemas para la desinfección, pero nos basaremos en el sistema más utilizado para centros tanto hospitalarios como de pública concurrencia: la oxidación o desinfección por cloro.

Desinfección por cloro

El cloro posee un poder oxidante remanente muy elevado, que favorece la destrucción de las materias orgánicas. Su acción bactericida puede explicarse por la destrucción de las enzimas indispensables para la vida de los agentes patógenos.

El tratamiento del agua de consumo se consigue mediante la desinfección por cloro, añadiéndolo al agua en forma de agua clorada que se inyecta en el depósito de agua tratada o, en el caso de las instalaciones a presión, en la tubería de impulsión hacia los depósitos de almacenamiento.

En ambos casos, deben tomarse las debidas precauciones para garantizar la mezcla correcta del agua clorada con el agua sometida a tratamiento. Se necesita un tiempo mínimo de 30 minutos de contacto, al cabo del cual, la dosis de cloro residual debe ser de 0,1 a 0,2 mg/l.

La dosificación del cloro se hace mediante equipos autónomos de cloración.

2.4.2. Ablandamiento del agua

El agua de consumo de las redes de distribución se considera agua dura, es decir, el agua lleva disueltas sales minerales. Por tanto, se entiende como dureza del agua la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular, sales de magnesio y calcio. Son estas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas.

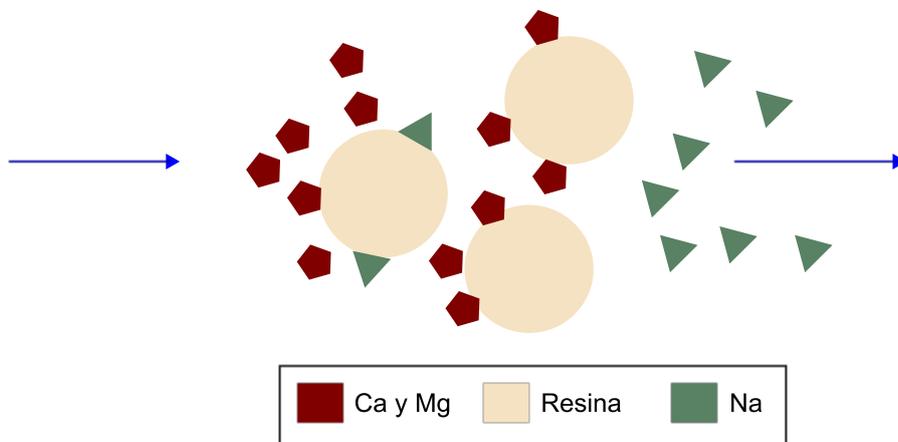
La desmineralización o ablandamiento del agua es un proceso que se realiza para eliminar la dureza del agua.

Descalcificador

Un descalcificador está formado por una botella que contiene una resina de intercambio catiónico, un depósito de sal y una válvula.

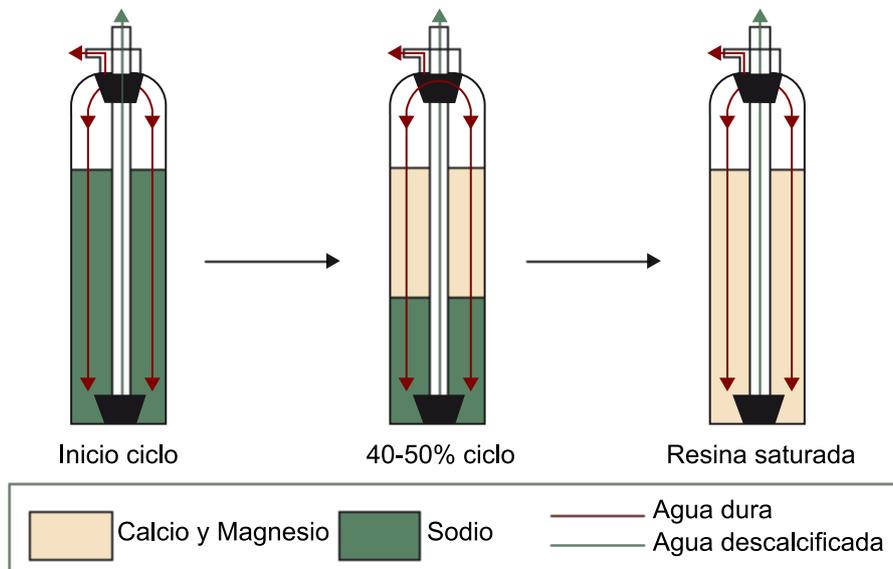
El principio de funcionamiento de la descalcificación se basa en la resina de intercambio catiónico. El agua circula a través de las partículas de esta resina, inicialmente saturada de cationes de sodio (Na^+), que al tener más afinidad para el calcio (Ca^{2+}) y el magnesio (Mg^{2+}), los retendrá mientras libera los de sodio.

Proceso de intercambio catiónico



Cuando está saturada de cationes de calcio y magnesio, la resina debe regenerarse para que pueda volver a estar en condiciones óptimas de descalcificación. Para ello, hace falta una solución muy concentrada de cloruro sódico (NaCl), que haga que la resina libere los cationes de calcio y magnesio y se quede de nuevo con los de sodio.

Proceso de descalcificación



2.4.3. Osmosis inversa

La osmosis inversa consiste en hacer pasar el agua a tratar por membranas que permiten el paso del agua pura y retienen el agua con sales minerales. Las membranas más utilizadas suelen ser las de acetato de celulosa y las de nylon. Para poder hacer pasar el líquido por estas membranas, se debe someter a presión.

Las características principales de este método son las siguientes:

- Se eliminan la totalidad de las partículas dañinas del agua.
- Se trata de un concepto básico sencillo.
- No requiere transferencia de calor.
- El material que constituye la membrana es barato.
- Las presiones son del orden de 28 a 105 atmósferas, por lo que se necesitan equipos de bombeo, recipientes y tuberías resistentes y fiables.

2.5. La legionela

La legionelosis es una enfermedad bacteriana que puede presentar una forma clínica neumónica con fiebre alta, "Enfermedad del Legionario"; y otra forma más leve no neumónica de síndrome febril agudo, "Fiebre de Pontiac". Las bacterias que la pueden propagar son del género llamado *Legionella*, cuyo nicho ecológico natural son las aguas superficiales (lagos, ríos, estanques, etc.). Su temperatura óptima de crecimiento es entre 35 y 37 °C.

Si estas bacterias se incorporan a las redes de distribución de agua fría o caliente o a los sistemas de climatización que necesitan agua para funcionar, y encuentran unas condiciones de estancamiento, acumulación de nutrientes, lodos, materia orgánica y demás, pueden reproducirse y, por aerosol, dispersarse en el aire para acabar penetrando en el aparato respiratorio.

Con el objetivo de definir unos procesos y estándares de actuación para garantizar que las instalaciones de agua estén diseñadas, construidas, mantenidas e inspeccionadas para minimizar el riesgo de propagación de esta enfermedad, se han desarrollado una serie de normativas de obligado cumplimiento:

- Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, el cual deroga un RD del año 2001.
- UNE 100030 IN, de septiembre de 2005, Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones, que actualiza a informes UNE de años 2001 y 2002.
- Decreto 352/2004, por el cual se establecen las condiciones higienicosanitarias para la prevención y el control de la legionelosis.
- Instrucción 4/2005 DGEMSI de aclaraciones sobre los requisitos de diseño de instalaciones térmicas en los edificios y de instalaciones frigoríficas para la prevención y control de la legionelosis.

Dado su carácter quizás más didáctico a la hora de ser aplicado como guía de diseño, detallaremos los aspectos más destacados que la norma UNE 100030 IN describe en referencia a las instalaciones de ACS.

En primer lugar, se destaca que un brote de legionelosis precisa de las siguientes condiciones:

- a) Que la bacteria penetre en el circuito de agua. Por tanto, se debe garantizar una concentración mínima de cloro residual (según el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).
- b) Que la bacteria se multiplique en el agua. Ello depende de la temperatura, del contenido en otros microorganismos, de la presencia de materia orgánica e inorgánica, de la suciedad y del estancamiento.
- c) Que el agua contaminada se disperse por el aire en forma de aerosol.

d) Que las personas queden expuestas. El riesgo es mayor en zonas hospitalarias, puesto que allí es frecuente que los receptores estén enfermos, inmunodeprimidos, sufran enfermedades crónicas o sean de edad avanzada.

Por ello, un buen diseño de una instalación de ACS deberá evitar estos factores.

a) Deberá garantizarse que el agua fría de consumo humano AFCH tenga una concentración correcta de cloro residual, lo cual suele justificar la instalación de una estación de cloración automática.

b) Dado que el rango de temperaturas donde se desarrolla la bacteria está comprendido entre 20 y 45 °C, deberá garantizarse que:

- El agua fría no está a una temperatura superior a 20 °C.
- El agua caliente no se acumula a temperaturas inferiores a 50 °C (más las pérdidas debidas a la instalación).
- Se puede llevar a cabo un incremento de la temperatura del agua hasta 70 °C, temperatura a la cual la bacteria muere.
- Que la instalación no presenta formación de biocapa e incrustaciones.

El diseño de las instalaciones de ACS de riesgo deberá, pues, garantizar:

a) Que el agua no permanece en el rango de temperaturas comprendido entre 20 y 50 °C. El método consistirá en llevar a cabo un buen aislamiento de todo el sistema. Además, dado que en la red de tuberías habrá pérdidas a pesar del aislamiento, la condición más razonable será que la temperatura del agua en el retorno a los acumuladores sea, como mínimo, de 50 °C.

b) Que las instalaciones sean resistentes a los biocidas.

c) Que las instalaciones sean capaces de elevar la temperatura hasta 70 °C para poder llevar a cabo, de forma periódica, una desinfección por choque térmico.

d) Que en la red no haya zonas de estancamiento del agua. En el caso de que no se puedan evitar (ramales de alimentación, etc.), siempre deberemos instalar una válvula de corte y un drenaje de fondo.

e) El diseño de la instalación debe garantizar una correcta revisión, mantenimiento, limpieza, desinfección y toma de muestras.

f) En los acumuladores, se debe poder llevar a cabo una limpieza exhaustiva mediante registro por boca de hombre, previo vaciado por desagüe de fondo.

g) Los acumuladores deben reducir el riesgo de acumular un gran volumen de agua a temperaturas intermedias. Por ello:

- Si hay más de un acumulador, se conectarán en serie.
- Deben tener una elevada relación entre altura y diámetro.
- El sentido del flujo de aportación de agua caliente debe ser el inverso al del consumo, para poder renovarla mejor.

2.6. Mantenimiento

En todos los centros de uso público, y en ellos se engloban los centros de salud, se debe disponer de un programa y un registro de mantenimiento donde se reflejen las revisiones, limpiezas y controles efectuados.

El programa de mantenimiento lo efectuará personal suficientemente cualificado, y contendrá, entre otros aspectos:

- Esquema de funcionamiento de la instalación (depósito y red de distribución interior).
- Revisión trimestral de la instalación, comprobando el buen funcionamiento y limpieza del depósito.
- Limpieza del depósito al menos con periodicidad anual, que deberá tener una función de desincrustación y desinfección, seguida de un aclarado con agua potable, utilizándose en todo caso productos autorizados y registrados en el Ministerio de Sanidad para uso en agua potable, debiéndose conservar las fichas técnicas de dichos productos.

3. Climatización y ventilación

3.1. Introducción

Los sistemas de climatización de un centro sanitario tienen por objeto mantener las diferentes áreas, salas y locales, bajo unas condiciones de temperatura, humedad y calidad del aire determinadas.

Estas condiciones, que podríamos denominar de confort, básicamente temperatura y humedad, en algunas zonas de los centros sanitarios que necesiten algún tipo de clasificación ambiental específica, incluirán el control de algún tipo más de variable, como puedan ser el número de renovaciones de aire por hora, la velocidad del aire en la salida de los difusores, su nivel de filtraje o la exigencia de tener algún tipo de gradiente de presión, positiva o negativa, en función de los casos, respecto de las zonas adyacentes.

3.2. Normativa aplicable

Son fundamentalmente el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) así como sus Instrucciones técnicas (ITE) los textos que desarrollan las características de estas instalaciones.

3.3. Consideraciones iniciales de diseño

El primer paso y básico para el diseño de una correcta instalación de climatización es calcular la carga térmica del centro de salud. Para este cálculo se requiere información de diseño detallada de la edificación e información climática de las condiciones de diseño seleccionadas.

Hay que determinar la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. Las sombras de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano de situación o bien visitándolo. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada e incluida en los cálculos.

También se tendrán que definir las condiciones de diseño interior, tales como temperatura interior, humedad y ventilación exterior.

Un correcto cálculo de cargas térmicas tiene que incluir el cálculo global del edificio, que nos dimensionará la central de producción, y el cálculo de los diferentes locales y zonas a climatizar, que nos dimensionará los elementos terminales de cada zona. Un error muy común es realizar el cálculo de los

diferentes locales y zonas, hacer una suma total y aplicar un coeficiente de simultaneidad. Este último método es incorrecto y nos atreveríamos a decir que poco riguroso.

3.4. Producción de frío y calor

Para hospitales y centros sanitarios grandes, lo más recomendable y de uso generalizado es el diseño de una central de producción de agua fría y caliente.

3.4.1. Producción de energía

Existen diferentes tipos de equipos de producción de energía frigorífica y calorífica.

Producción de frío

- Plantas enfriadoras de agua condensada por aire.
- Plantas enfriadoras de agua condensadas por agua, con torre de recuperación: estos sistemas tienen un mejor rendimiento para plantas frigoríficas con potencias elevadas, lo que equivaldría a hospitales de más de 50.000 m², pero tienen el inconveniente de que, con sistemas de torres de recuperación abiertas, con mejor rendimiento, hay que controlar la proliferación de la legionela y su posible afectación a zonas colindantes. Existe la posibilidad de instalar torres de recuperación adiabáticas o cerradas, con rendimientos menores, que evitan la proliferación de legionela.

Producción de calor

- Calderas de gasoil, gas natural o propano, o biocombustibles (pellets, astillas, etc.).
- Bombas de calor, plantas enfriadoras reversibles.
- Equipos de cogeneración de calor y electricidad (para centros hospitalarios de superficies superiores a los 80.000 – 100.000 m²).

3.4.2. Ventajas e inconvenientes

- La solución más económica es, inicialmente, la caldera más la planta enfriadora, frente a la bomba de calor, pero es la solución que más espacio ocupa. Sus necesidades de mantenimiento serán superiores al haber más equipos.
- Bomba de calor: Es la solución más compacta con un solo equipo que resuelve las necesidades de frío y calor. Puede ser adecuada en instalaciones

de tipo medio y en zonas con inviernos poco rigurosos, donde las temperaturas mínimas no bajen de los 0 °C.

Bomba de calor



- Planta enfriadora condensada por agua: Tiene la ventaja, frente a la de aire y la bomba de calor, de que el equipo principal puede estar alojado en una sala de máquinas, y solo debe ponerse en intemperie la torre de recuperación, de dimensiones reducidas. Sin embargo, esta solución tiene unas necesidades de mantenimiento superiores para evitar riesgo de posibles contaminaciones por legionela.

Planta enfriadora condensada por agua



3.5. Distribución del fluido caloportante, caudal constante-caudal variable de agua

Como ya hemos comentado con anterioridad, lo habitual en los sistemas de climatización de hospitales es que el único fluido caloportador que llega al espacio acondicionado desde el exterior sea el agua.

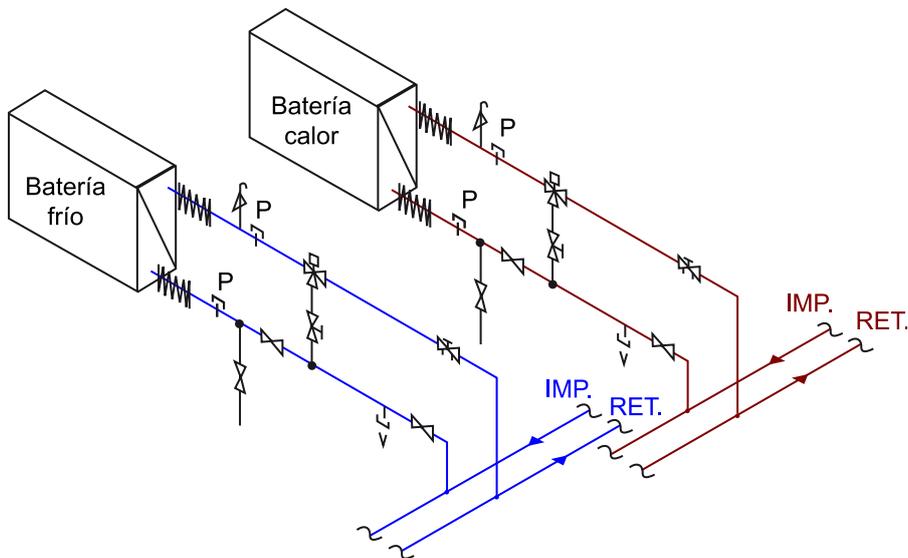
Por lo tanto, en estos sistemas se emplea aire para ventilación y agua para el transporte de energía.

Las ventajas e inconvenientes de estos sistemas son las siguientes:

- Ventajas:
 - Las tuberías de agua ocupan menos espacio que los conductos de aire.
 - Generalmente, son más económicos que los sistemas de todo-aire.
- Inconvenientes:
 - La maquinaria está repartida por todo el edificio.
 - Las tuberías de agua recorren zonas en las que un escape podría ser peligroso para los aparatos de electromedicina.

La cesión del frío o calor al aire del local se realiza en aparatos terminales, que generalmente son climatizadores o *fan coils* (ventiloconvectores), que incorporan una batería de tubo aleteado, y un ventilador que recircula el aire del local a través de la batería, enfriándolo o calentándolo según la temperatura del agua que se suministra.

Esquema conexión climatizadores



3.6. Sistema de climatización todo-aire

En los sistemas de climatización de hospitales, el agua fría y el agua caliente se conducen hasta unas unidades de tratamiento de aire, los climatizadores, que lo impulsan por las redes de conductos hasta los locales a climatizar, por lo tanto, se emplea el aire para la ventilación y el transporte de energía.

Las variaciones de potencia térmica necesaria se pueden resolver de dos formas:

- Variando la temperatura de impulsión, lo que se denomina volumen constante.
- Variando el caudal de aire, volumen variable.

3.6.1. Volumen de aire constante

Este sistema es el más utilizado y el más recomendable.

La variación de temperatura de impulsión se realiza en el climatizador o en unas baterías terminales si el mismo climatizador trata el aire de zonas con necesidades térmicas diferentes.

Las características de estos sistemas son las siguientes:

- El caudal constante garantiza una consistencia en la distribución.
- No ocupan espacios en planta, ya que lo ideal es que los climatizadores se ubiquen en salas técnicas o cubiertas, pero son necesarias mayores alturas en los falsos techos.
- El mantenimiento y los ruidos se limitan a la sala de máquinas.
- Se puede y es recomendable la instalación de *free-cooling*, es decir, que en determinadas épocas intermedias no circule agua tratada térmicamente por el sistema y se insufla el aire directamente del exterior, sin modificar su temperatura.

3.6.2. Volumen variable de aire

En estos sistemas el volumen de aire insuflado en la sala es variable, de esta manera el climatizador se adapta a la demanda térmica de la sala.

En estos sistemas es importante garantizar un correcto nivel de difusión de aire en los espacios, de este modo se evitarán corrientes molestas de aire o zonas a las que no alcance la climatización.

Las características de estos sistemas son las siguientes:

- Reguladores terminales de caudal. Se regula la presión para mantener estable el sistema.
- Difusores de aire que serán:
 - Fijos, si el caudal varía del 100 al 40%.

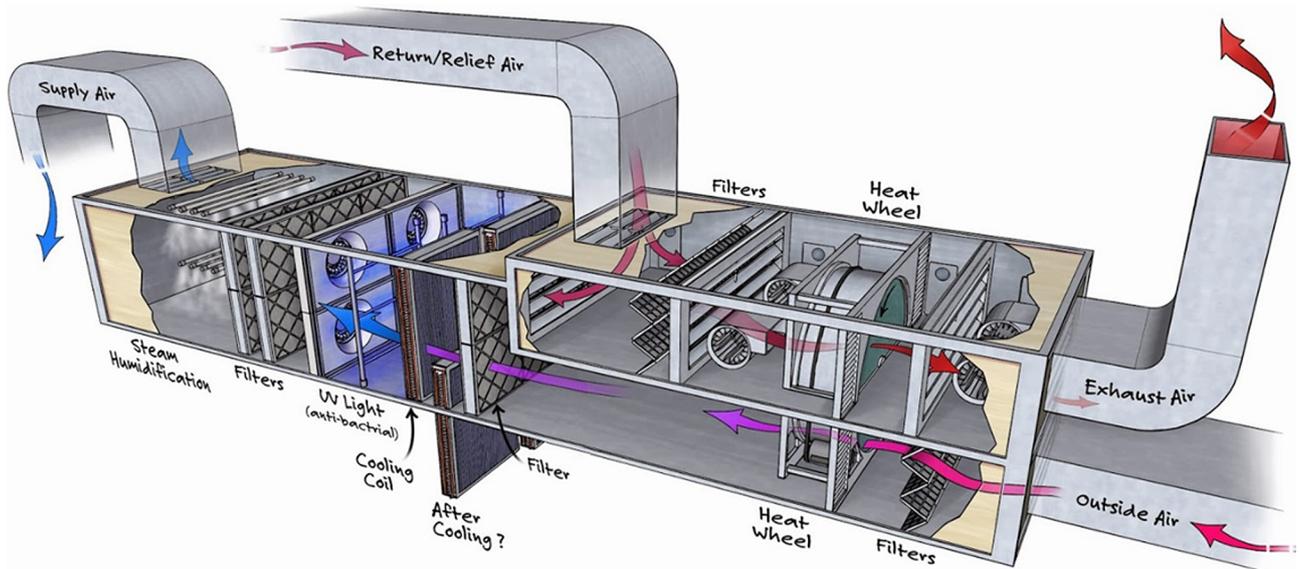
- Variables, cuando el caudal varía del 100 al 20%.
- No ocupan espacios en planta, ya que lo ideal es que los climatizadores se ubiquen en salas técnicas o cubiertas, pero son necesarias mayores alturas en los falsos techos.
- El mantenimiento y los ruidos se limitan a la sala de máquinas.
- Se puede y es recomendable la instalación de *free-cooling*; es decir, que en determinadas épocas intermedias no circule agua tratada térmicamente por el sistema y se insufla el aire directamente del exterior, sin modificar su temperatura.
- Simultaneidad en la producción de energía y transporte.
- Producción de energía adecuada a la carga térmica.
- Permite parar las salas desocupadas, pero hay fugas de un 10%.
- La puesta en marcha y regulación es más complicada y sensible a posibles fallos en el diseño y la ejecución.

3.7. Elementos terminales

3.7.1. Climatizadores

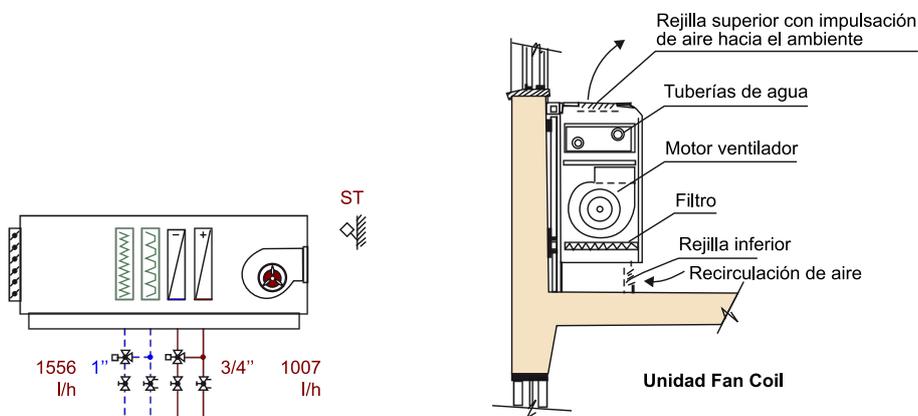
El climatizador es un aparato de climatización que transfiere la potencia térmica del agua del sistema al aire que se impulsa en la zona a climatizar.

La potencia de estos aparatos es variable, pudiendo climatizar desde zonas relativamente pequeñas, 100 o 200 m², hasta zonas de hasta 1.000 m².



3.7.2. Fan-coil

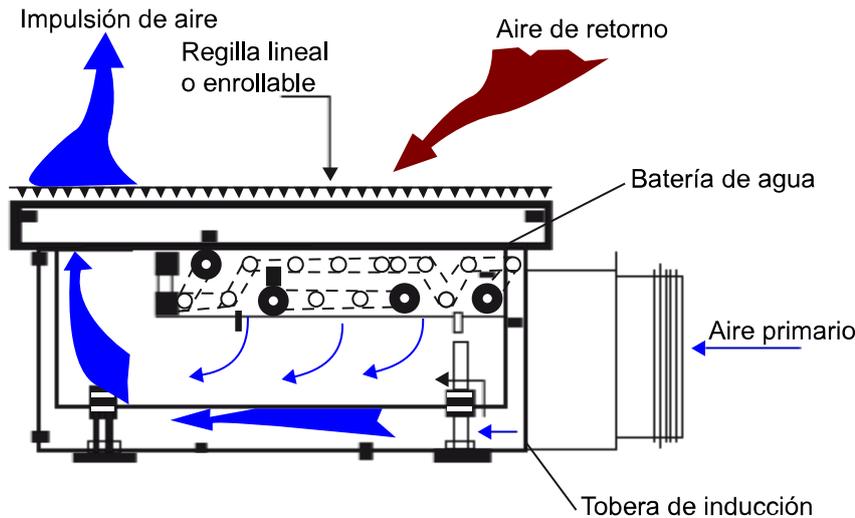
El *fan-coil* es un aparato de climatización que se sitúa generalmente en el falso techo, pared o suelo de la sala a climatizar (por ejemplo, despachos, habitaciones, consultas) y a los cuales llega el agua tratada térmicamente. Allí el aire es tratado e impulsado al local con un ventilador a través de un filtro. De este modo, cuando el aire se climatiza, es enviado al ambiente, intercambiando energía con el agua que retorna siguiendo el circuito.



3.7.3. Inductores

En este sistema, los aparatos terminales no poseen ventilador. El "aire primario" de ventilación, tratado en un climatizador, se inyecta a los inductores a alta presión (generalmente por conductos de alta velocidad) y sale al exterior por unas toberas sobre un estrechamiento (venturi), que crea en el aparato una zona de baja presión que "induce" un cierto caudal de aire del local (secundario), al que se le hace pasar por una batería, por la que circula agua tratada térmicamente; la mezcla de aire primario y secundario es impulsada al local.

Funcionamiento de un inductor



Generalmente, los inductores suelen estar situados perimetralmente sobre el suelo, impulsando el aire verticalmente hacia arriba, o en el falso techo de la zona de entrada de las habitaciones, impulsando el aire horizontalmente barriendo todo el volumen de esta.

Este sistema presenta ventajas tales como proporcionar un mejor control de la humedad y de la ventilación, menor ruido, unificar el corazón del mantenimiento en el climatizador de aire primario, eliminación de desagües y filtros en las habitaciones.

Este sistema presenta como inconveniente que es más sensible a desajustes en la red de conductos, ya sea por defectos de ejecución o por falta de mantenimiento.

3.7.4. Superficies radiantes

El transporte de energía, en estos sistemas de distribución, se produce mediante radiación.

El medio utilizado para el transporte de energía es agua en vez de aire, que circula en circuito cerrado por los paneles que constituyen el falso techo, panelado de paredes, o superficie en suelo bajo el pavimento, calentándolo en invierno o enfriándolo en verano.

El techo puede estar formado por un falso techo metálico o por un falso techo de escayola (el más recomendable), ambos con rendimientos térmicos muy elevados y similares características de modularidad, flexibilidad y robustez. En el caso de las paredes, corresponden a placas de escayola.

Los paneles se preensamblan completamente en líneas automatizadas y se montan en obra de forma sencilla. La posibilidad de inspección e integración con el resto de instalaciones (iluminación, electricidad, contraincendios, etc.) son totales.

3.8. Conductos y difusión del aire

La impulsión y extracción del aire en los sistemas de climatización se realiza a través de una red de conductos. Dichos conductos pueden estar fabricados de diferentes materiales, aunque los más empleados en la industria son la chapa y la fibra de vidrio (protegida por lámina de aluminio para evitar arrastres de fibra).

Los conductos de chapa metálica galvanizada son resistentes a los golpes, y se emplean en ejecución vista y en intemperie.

Los conductos de ventilación y extracción pueden estar sin aislar, pero los conductos de climatización deben incorporar un aislamiento térmico y una barrera de vapor para evitar la condensación del aire del exterior. El aislamiento tiene que ser exterior al conducto.

Si el conducto va a ir oculto en un falso techo y no va a soportar grandes presiones, pueden emplearse placas de fibra de vidrio o polisocianato que se conforman en obra.

Esta es una solución más económica que la anterior, aunque de menor calidad y no es muy recomendable en hospitales y nada aconsejable en zonas limpias, como áreas quirúrgicas, UCI, UVI, urgencias, obstetricia, etc. De hecho, su uso se tendría que restringir a áreas administrativas.

Dentro de las redes de conductos es muy importante la forma como se realizan las curvas, cambios de sección y las derivaciones, que deben ser lo más suaves posible para provocar la menor pérdida de carga.

Como elementos auxiliares se emplearán compuertas, que pueden ser de muchos tipos:

- Cortafuegos, entre dos sectores de incendio.
- De sobrepresión, para evitar reflujos de aire.
- De regulación de caudal, para equilibrar diferentes ramales.

Para impulsar y extraer el aire de un determinado espacio, son precisos los elementos de difusión, cuyo fin es introducir el aire de la forma más homogénea posible sin provocar corrientes de aire molestas ni ruidos.

Dichos elementos pueden ser de diferentes tipos:

- Rejillas lineales y rectangulares.
- Difusores lineales.
- Difusores cuadrados y rectangulares.
- Difusores circulares convencionales, rotacionales y para grandes alturas.
- Toberas.

3.9. Zonas de especial clasificación. Salas blancas

3.9.1. Quirófanos

Ningún área hospitalaria requiere un control más cuidadoso de las condiciones ambientales y de la asepsia que los quirófanos.

Es conveniente advertir que se respeten las recomendaciones constructivas de obra, los ciclos de desinfección y comportamiento del personal, para lograr realmente la limpieza y calidad del aire que se propone. El área debe estar diseñada como una "isla", de manera que no tenga ventanas al exterior.

El aire exterior será de 100% en quirófano y en todos los locales aledaños pertenecientes al área de quirúrgica para diluir los gases anestésicos y limitar el riesgo de explosión. Si se estima necesario, será conveniente prever un sistema de extracción independiente en cada quirófano para eliminar la concentración de gases anestésicos al terminar la operación.

Los prefiltros que alargan la vida de los filtros terminales estarán alojados en cada unidad de tratamiento de aire. Los filtros de aire terminales de impulsión en el local quirófano serán HEPA (absolutos), con eficiencia de 99,97% DOP TEST (EU12-14). Estarán alojados en cajas de difusión, acabadas en pintura epóxica y perfectamente selladas al falso techo. El cambio de luminarias y filtros (según aviso de manómetro diferencial) se realizará desde dentro del local, sin abrir el falso techo.

El conducto principal de impulsión será de piezas de acero inoxidable o aluminio, unidas por bridas con juntas selladas, aisladas y con registro hermético en su inicio para desinfección. Deben ser siempre metálicas, otro material de conducto colmataría más rápidamente los filtros. Siempre que un conducto atraviese la pared cortafuego del quirófano, debe instalarse en él una compuerta cortafuego.

La impulsión se realizará desde el techo y saldrá del local por, al menos, dos rejillas de extracción montadas en la parte baja de la pared (lo recomendable es instalar ocho rejillas de extracción en las cuatro esquinas de la pared, aprovechando el chaflán, cuatro en la parte superior y cuatro en la inferior. Este aire saldrá por dobles paredes estancas a ambos lados del local, paralelas a la me-

sa de operaciones (no son tabiques técnicos). Las rejillas de extracción deben poseer un cierre hermético para ser cerradas en caso de inactividad en el local y parada del sistema de climatización.

En todos los locales se mantendrán de 15 a 20 cambios de aire por hora, temperatura 22 °C +/- 2 °C y HR 55 +/- 5%.

Las presiones positivas serán "escalonadas" con una diferencia de presión entre locales de 0,5 mm ca. Estas diferencias serán controladas con compuertas reguladoras en cada conducto secundario de extracción, accionadas por un sensor de presión en cada local, que funcionarán al abrirse una de las puertas.

La puerta "hermética" del quirófano deberá tener brazo hidráulico para que cierre lentamente sin alterar el comportamiento del flujo de aire del local. Encima de la puerta de la esclusa (alejada de cualquier aseo exterior al área) de entrada al área de cirugía, deberá instalarse una cortina de aire. Todas las puertas deben abrir en contra de la presión. Deberán implementarse mecanismos automáticos que aseguren que no se abran dos puertas a la vez.

Se recomienda un sistema de climatización independiente **por cada bloque de quirófano**, ya que tienen horarios diferentes de explotación todo el año.

Además, se debe prever un dispositivo de parada automático de los sistemas del área en caso de incendio. Será muy conveniente dotar el área de un piso técnico superior sobre los bloques de quirófanos, para el montaje de las unidades de tratamiento y ventiladores, pues cada unidad puede alcanzar dimensiones de más de 3,6 m de longitud y sección de 0,7 x 0,7 m², además del espacio en todo su perímetro para el mantenimiento.

La clasificación básica de los quirófanos es la siguiente:

- Clase A. Quirófanos de alta tecnología que están destinados a:
 - Trasplantes de corazón, pulmón e hígado.
 - Cirugía cardíaca extracorpórea y de aorta.
 - Cirugía ortopédica de prótesis.
- Clase B. Quirófanos convencionales y de urgencias que están destinados al resto de intervenciones quirúrgicas.
- Clase C. Quirófanos de cirugía ambulatoria y de partos.

La actual norma europea EN ISO 14644-1:2000 define el concepto de **sala limpia** como:

"Sala en la que la concentración de partículas en suspensión en el aire posee una gestión específica, y que ha sido construida y es utilizada para minimizar la introducción, producción y retención de partículas en su interior, y en la que también son gestionados de forma adecuada otros parámetros pertinentes, como la temperatura, humedad y presión".

En los casos en los que no existan normativas de obligado cumplimiento respecto a las condiciones específicas en asepsia y confort, ambas relacionadas, que ha de tener un quirófano, y la anterior definición de sala limpia se corresponda con sus necesidades, se recomienda que los quirófanos tengan la asimilación de clase, según EN ISO 14644-1:2000 para salas limpias y que se utilice la normativa europea sobre salas limpias como referente en los diferentes aspectos que versan.

La recomendación concreta es la siguiente:

- Quirófanos clase A: Clasificación ISO clase 5
- Quirófanos clase B: Clasificación ISO clase 7
- Quirófanos clase C: Clasificación ISO clase 8

Este contraste se deberá hacer en el estado que la norma define como instalación en reposo (*at rest*), y que consiste en la instalación completa, con los equipos de producción instalados y en funcionamiento, pero sin personal presente.

3.9.2. UCI

Estas salas pueden ser: salas de cuidado convencional, sala de cuidados intensivos y salas de aislamiento. Todas con sistemas independientes y con doble etapa de filtración. Las salas de cuidados convencionales pueden ser para varias camas o habitaciones individuales (lo más recomendable) controladas individualmente.

En cualquier caso, se recomiendan 24 °C y 30% HR en invierno, y 24 °C y 50% HR en verano, 4 ren/h (renovaciones por hora) de aire, sin control de presión, pero extrayendo el aire hacia los aseos y baños, y evitar que el aire venga desde salas de pacientes infecciosos.

Las salas de cuidados intensivos son para pacientes seriamente enfermos, que pueden llegar de postoperatorio o no. Es conveniente dividir las en varias habitaciones, con presión positiva controlada, de manera que no se intercambie aire entre ellas. Debe diseñarse un rango variable de temperaturas, fácilmente ajustable entre 20-30 °C y humedad entre 30-60%.

En los sistemas de las salas de cuidados intensivos, la presión debe ser positiva en salas (aunque es recomendable que alguna sala tenga presión reversible, para pasar a presión negativa en caso de pacientes infecciosos), pero negativa

en los pasillos circundantes, evitando así la contaminación. Muchos médicos prefieren los aisladores de flujo laminar, pero otros dicen que puede influir psicológicamente en los pacientes por la sensación de encierro que provoca.

3.9.3. Urgencias

Es el área más contaminada de todo el hospital por la gran cantidad de enfermos y acompañantes que acuden (una densidad de $2,6 \text{ m}^2$ por persona). Está compuesta por locales de atención primaria (trauma), consultas y almacén. La temperatura y humedad deben estar dentro de los límites de confort, pero la ventilación debe estudiarse cuidadosamente. En general debe haber entre 5-12 ren/h de aire, presión positiva y un índice elevado de aire exterior ($42 \text{ m}^3/\text{h}$ mínimo por persona), con filtros EU4 y EU9 para impulsión. La sala de operaciones de emergencia debe tener consideraciones similares a los quirófanos, aunque se puede recircular algo del aire con filtros de alta eficiencia (EU12).

El almacén debe tener una extracción permanente con 8 ren/h. La enfermería debe tener condiciones de confort, pero el aire que se inyecta por arriba debe salir cerca del suelo.

3.9.4. Patología

Esta área está compuesta por el laboratorio de anatomía (patológica y clínica) y la sala de autopsias, en ambos existe un punto común: fuertes olores. La sala de autopsia está sujeta a una fuerte contaminación bacteriana y olores de los cadáveres, además de que se utilizan grandes cantidades de formaldehído bajo campanas de laboratorio. El sistema debe ser de 100% de aire exterior, 12 ren/h, con extracción por el techo y la parte baja de la pared y dirigido a la cubierta del hospital previo paso por un filtro de carbón activado.

En el laboratorio de patología se deben garantizar unos 6 ren/h y 100% de aire exterior, o dos sistemas (recomendado), uno para el laboratorio con $34 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire exterior por persona y otro suplementario para vencer las cargas por las extracciones: un 10% de aire de extracción al nivel del suelo, 50% por rejillas sobre banco de trabajo (simultaneidad 0,5) y 40% por el techo, debe filtrarse con filtros de carbón activado y expulsarlo por encima de la cubierta.

3.9.5. Laboratorios-campanas

Cercana al área de patología estarán los laboratorios clínicos de bacteriología, bioquímica, serología, lavado, esterilización, así como los de medicina nuclear y radiología. La temperatura y humedad en estos estarán en los límites del confort y un filtrado de aire de 85-90% de eficacia, salvo casos específicos, 6-10 ren/h y % de aire exterior determinado por las campanas de extracción y presión negativa (excepto bioquímica con presión positiva).

El aire puede recircular dentro del propio laboratorio, pero no deben ponerse en contacto unos con los otros, por lo que se recomiendan sistemas independientes para cada tipo con filtros de carbón activo.

Los laboratorios de medicina nuclear (isótopos radiactivos) y radiología estarán sujetos a las normas que dicta el Consejo de Seguridad Nuclear.

3.9.6. Laboratorio de isótopos radiactivos

Su construcción debe hacerse según lo que estipulen los reglamentos de la comisión de seguridad nuclear en cada país, generalmente tiene superficies exteriores revestidas en plomo. Posee trampa de entrada para controlar la presión negativa escalonada. El marcaje se realizará dentro de cabinas de seguridad biológica de clase II y III; la impulsión, con filtros del 95%, y la extracción, con filtros HEPA de 99, 999% de eficiencia y carbón activado, alojados en una caja de cambio de seguridad de filtros dentro del propio local protegido, que garantiza el mínimo riesgo al encargado.

4. Electricidad

4.1. Introducción

En este apartado se establecerán los criterios básicos de diseño de las instalaciones eléctricas en un edificio hospitalario.

Estos edificios tienen una función tanto de atención al público, como de diagnóstico y tratamiento de pacientes en diversas condiciones de salud, que les confiere requerimientos adicionales respecto de otros.

Durante el proceso de diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad en el suministro y utilización de la energía eléctrica
- Fiabilidad
- Ahorro energético
- Mantenimiento
- Bienestar

4.2. Normativa

4.2.1. Baja tensión

Reglamento electrotécnico de baja tensión, en adelante REBT, aprobado con fecha 2 de agosto del 2002, mediante Real Decreto 842, relativo a la realización de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Establece las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a suministros de baja tensión, para preservar la seguridad de las personas y los bienes, mediante 51 instrucciones técnicas complementarias (ITC).

Su campo de aplicación son las instalaciones que distribuyen la energía eléctrica y las modificaciones de las ya existentes (que afecten a más de un 50% de la potencia instalada), las generadoras de electricidad para consumo propio y las receptoras, bajo el siguiente rango de tensiones nominales:

- Corriente alterna: igual o inferior a 1000 voltios.
- Corriente continua: igual o inferior a 1500 voltios.

Según el artículo 29 del REBT:

“El centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, elaborará y mantendrá actualizada una guía técnica, de carácter no vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este reglamento”.

Por lo que no deben ser consideradas de obligado cumplimiento.

4.2.2. Líneas generales y estaciones transformadoras

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación, en adelante RAT, aprobado con fecha 12 de noviembre de 1982 mediante Real Decreto 3275/1982.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado con fecha 15 de febrero del 2008.

El objeto de ambos es establecer las condiciones y garantías técnicas que deben cumplir las instalaciones de más de 1.000 V para:

- Proteger a las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
- Conseguir la regularidad en los suministros de la energía eléctrica.
- Normalizar los diferentes tipos de materiales eléctricos.
- La correcta optimización de las inversiones.
- Facilitar desde la fase de proyecto de las líneas su adaptación a los futuros aumentos de cargas adicionales previsibles.

4.2.3. Código técnico de la edificación (CTE)

El Código técnico de la edificación, en adelante CTE, cuya última modificación se ha aprobado en septiembre del 2013, es de obligado cumplimiento para todo tipo de edificación de uso tanto público como privado.

Los documentos básicos que afectan a las instalaciones eléctricas son:

- Documento básico HE: Ahorro de energía.
- Documento básico SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad.

En concreto el documento básico (DB) del CTE, a tener en cuenta para la ejecución de instalaciones eléctricas, es el de ahorro de energía, abreviadamente DB-HE. Este documento tiene como objetivo determinar los procedimientos y reglas para cumplir con las exigencias básicas de ahorro de energía.

4.3. Suministro

La tensión de alimentación de los puntos de consumo de un hospital será en baja tensión, 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases.

En recintos hospitalarios, que por regla general son de grandes dimensiones, los consumos son elevados e ininterrumpidos durante las 24 horas, por lo que ha de valorarse la posibilidad de realizar la alimentación y medida en alta tensión, con lo que se consigue un importante ahorro en la tarifa, respecto a contratar en baja tensión.

El artículo 10 del REBT define los tipos de suministro a considerar:

- Suministro normal desde la red pública: Es el que se efectúa por una única empresa distribuidora para la totalidad de la potencia contratada y con un solo punto de entrega de la energía.
- Suministro complementario (o de seguridad): Suministro que se realiza como complemento al normal. Existen dos posibilidades para aportar al edificio un suministro complementario de energía:
 - Utilización de energía propia mediante la instalación de grupos electrógenos.
 - Conmutación en media tensión con una nueva acometida que aporta energía eléctrica a través de la misma o de otra compañía eléctrica.

4.4. Estación receptora

La estación receptora es el recinto donde llegan las líneas de alimentación en media tensión. Está formada por diferentes módulos: celdas de protección general, celda de medida, celda de salida y celda de protección de transformador.

La estación receptora cuenta con un equipo de contadores para medir la energía eléctrica consumida.

Las líneas de enlace entre los diferentes módulos de la estación receptora serán conductores unipolares de aluminio de tensión nominal 18/30 kV.

Debido a la criticidad de los servicios ofrecidos en un hospital, es recomendable prever un sistema redundante, o sea, dos líneas de entrada en A.T., en cuyo caso deben proceder de subestaciones distintas, para que, en caso de corte en

el suministro de una línea, y mediante una conmutación automática en la estación receptora, el hospital pueda disponer del 100% de la potencia normal en la otra línea.

Estación receptora



4.5. Estación transformadora AT/BT

La estación transformadora AT/BT, alimentada desde la estación receptora, y normalmente anexa a ella, será un local perteneciente al abonado, que contendrá en su interior los transformadores, así como sus celdas de protección en A.T., con salida a la tensión de utilización.

Celdas alta tensión



Esta instalación se considera el epicentro de la instalación eléctrica y parte fundamental para el correcto funcionamiento del edificio hospitalario.

Por esta razón, durante el diseño no solo se tendrán en cuenta criterios económicos sino también criterios de fiabilidad.

Desde un punto de vista de coste y mantenimiento, es obvio que lo indicado sería la instalación de un único transformador, pero desde el punto de vista del aseguramiento de la fiabilidad de la instalación, lo aconsejable es diseñar un sistema redundante de transformadores o al menos con una unidad de reserva.

Estación transformadora



Se indican dos posibles configuraciones de transformadores redundantes:

- Instalar dos transformadores calculados para el 100% de la potencia nominal de la instalación que podrán funcionar simultáneamente y al 50% de su potencia nominal; pero que, en caso de fallo de uno de ellos, el otro pueda admitir la totalidad de la potencia de la instalación. Con este sistema se dispondrá de un transformador de reserva.
- Instalar dos centros de transformación independientes, donde uno de ellos da suministro a la climatización del edificio y el otro al resto de cargas. En cada uno de estos centros se instalará un transformador de reserva. Obviamente, este modelo estará concebido en casos de edificios hospitalarios con una importante carga de climatización.

Los transformadores trifásicos de potencia usados actualmente suelen ser de tipo seco, encapsulados en resinas. Incorporan en sus devanados sondas de temperatura, asociadas a un sistema de control digital, que provocará la desconexión automática del interruptor si la temperatura del transformador excede de la temperatura máxima de funcionamiento.

4.6. Cuadro general de distribución

El cuadro general de distribución, en adelante CGD, está ubicado a la salida de BT del transformador, conectados entre sí mediante cableado unifilar o canales de energía, de la sección que corresponda según:

- Potencia requerida en el CGD.

- Distancia entre estación transformadora y CGD.

Durante el proceso de diseño, será importante que el CGD aporte flexibilidad a la instalación eléctrica, de manera que cualquier ampliación o maniobra de mantenimiento no comprometa la funcionalidad del resto.

Cuadro general



El CGD estará formado por un conjunto de embarrados de cobre, donde se conectarán las protecciones para la alimentación a los diferentes cuadros de distribución del edificio.

De forma básica, los embarrados a considerar en la distribución de energía se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Suministro emergencia (SE):** Servicios médicos y servicios generales preferentes. Incluye los climatizadores de quirófanos. Requiere un suministro adicional.
- **Suministro emergencia crítico (SEC o SAI):** Requiere garantía adicional de suministro con una conmutación sin corte. Corresponderá a suministros mediante SAI final.
- **Suministro normal (SN):** Climatización y otros equipos consumidores no esenciales. No requiere un suministro alternativo.

El cuadro de distribución incorporará una conmutación automática entre los suministros normal y complementario, alimentando los embarrados de SE y SN.

Desde este cuadro se alimentarán los cuadros de distribución y los cuadros de área. Preceptivamente, dispondrá de protecciones contra contactos directos e indirectos.

4.7. Subcuadros de distribución

Se trata de cuadros intermedios en las situaciones en que existen distancias considerables. Desde el cuadro general de distribución se alimentan estos subcuadros, que distribuyen la totalidad de la energía hasta los cuadros de área.

Para cada uno de los cuadros de distribución se calculará la potencia de los circuitos que va a alimentar, en base al dimensionado de su protección general. La potencia total del cuadro será resultado de aplicar un coeficiente de simultaneidad

Los cuadros de distribución se ubicarán fuera del alcance del público y únicamente serán accesibles por personal técnico y de mantenimiento.

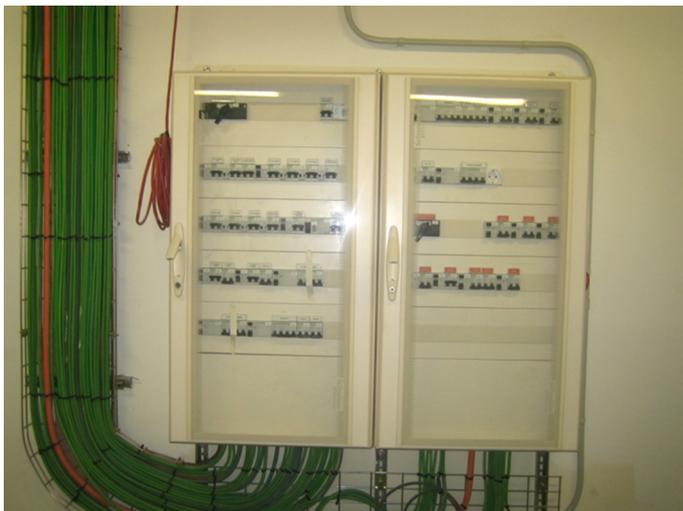
4.7.1. Cuadros de área

Los cuadros de área son los destinados a alimentar zonas específicas, por ejemplo, una unidad de hospitalización, los cuadros de quirófanos, almacenes, etc.

El dimensionado del cuadro se realiza teniendo en cuenta las cargas simultáneas que hay en el área a alimentar (tomas de corriente, alumbrado, equipos especiales, etc.).

Dependiendo de la criticidad del área, estos cuadros incorporarán barras de SAI o se instalara un subcuadro independiente para este uso.

Subcuadro distribución



4.8. Grupos electrógenos

Los grupos electrógenos están clasificados por el REBT como fuentes propias de energía. Entran en funcionamiento cuando se interrumpe el suministro normal de compañía o cuando la tensión en el punto de interconexión desciende por debajo del 85% de su valor nominal.

Tal y como se ha comentado en el apartado de Suministro, se recomienda disponer de un sistema de suministro complementario, independiente de la doble acometida de red, que aporte la demanda de las cargas esenciales en su totalidad

Es recomendable instalar dos grupos electrógenos, cada uno de ellos del 50% de la potencia de emergencia, por dos razones:

- En caso de fallo de suministro de la red normal, dependiendo de la potencia, arrancarán los dos grupos o únicamente uno.
- Disponer de un sistema redundante que, en caso de fallo de uno de ellos, el otro pueda atender al menos parte de la demanda.

Al restablecerse el servicio normal, el grupo puede sincronizarse con la red, de forma que el suministro no haya de interrumpirse para conmutar de grupo a suministro normal. Una vez acoplados ambos suministros, se procederá al paro del grupo.

Los grupos electrógenos están formados por un motor de combustión interna, normalmente alimentado por gasoil, y un alternador, que es el que suministra tensión a las barras de distribución del CGD.

En la instalación de los grupos electrógenos deben preverse las siguientes instalaciones auxiliares:

- Depósito nodriza para combustibles líquidos de 1000 l de capacidad o equivalente a dos/tres días de consumo. Sistema de trasvase automático entre el depósito de reserva y el alimentador.
- Silenciadores de gases de escape.
- Silenciadores para entrada y salida de aire.
- Tolva de acoplamiento para la salida de aire del grupo electrógeno.
- Cuadro de conmutación separado.

En cuanto a la insonorización, debido a que es una instalación solo de uso esporádico, se limitará a:

- Revestimiento interior contra la reverberación.
- Aislamiento acústico en las entradas y salidas de la ventilación.
- Salida de gases de escape por chimenea.

4.9. Sistema de alimentación ininterrumpida

Los sistemas de alimentación ininterrumpida, en adelante SAI, se utilizan para evitar los efectos de los microcortes y las perturbaciones de la red en equipos sensibles, tales como:

- Sistemas electrónicos.
- Sistemas de seguridad.
- Sistemas de comunicaciones.
- Equipos de laboratorio que requieran protección especial.
- Puestos de trabajo con equipos informáticos de intranet del edificio hospitalario.
- Áreas de cuidados preferenciales, quirófanos, boxes de urgencias, UCI/ UVI, salas de diálisis.

Una vez definidos los equipos críticos a los que hay que conectar el SAI, se diseñará el tipo de instalación más conveniente. Para los edificios hospitalarios se consideran dos tipos de instalación de SAI:

- **SAI centralizado:** Ubicado junto al CGD de baja tensión, formará una red general estabilizada, que dará fiabilidad y calidad a los equipos calificados previamente como críticos.
- **SAI localizado:** Ubicados junto a los equipos de mayor exigencia y riesgo:
 - Áreas de quirófano y salas de intervención.
 - Cuidados intensivos generales y pediátricos.
 - Centros de proceso de datos, CPD.

Para el cálculo del tipo de SAI se tendrán en cuenta diferentes factores:

- Tipo de carga.
- Asimetría de la carga entre las fases.
- Potencia nominal de la carga.
- Potencia de sobrecarga (potencia máxima de salida a tensión nominal que un SAI puede suministrar durante un corto período de tiempo).
- Autonomía.
- Tipo de batería.
- Tipos de fuentes propias de energía adicionales.

4.10. Redes de distribución

Las redes de distribución son el conjunto de cableado que distribuye la energía eléctrica desde los diferentes cuadros de distribución hasta los puntos de consumo.

Para realizar el dimensionado de la sección de cada uno de los circuitos de la red de distribución, se necesitará:

- Cálculo de la intensidad de todos los consumos.
- Cálculo de la caída de tensión (máximo 3% para alumbrado y 5% para fuerza, desde el CGD).

4.11. Iluminación

En un edificio hospitalario, que se encuentra operativo las 24 horas del día, será necesario combinar el uso de luz natural con luz artificial, para conseguir los objetivos básicos de las instalaciones de alumbrado, que son:

- **Confort:** Los principales usuarios son pacientes que se encuentran en un entorno no cotidiano agravado por la dolencia que padezcan. El objeto del estudio lumínico será diseñar una adecuada iluminación para conseguir un ambiente cálido para los enfermos, y buen nivel y uniformidad en las áreas de trabajo de los profesionales.
- **Bienestar y rendimiento:** Una correcta iluminación proporcionará bienestar, ayudando, en especial a los trabajadores de los edificios hospitalarios, a desempeñar su función con más calidad y eficiencia.
- **Sostenibilidad:** Empleo de materiales que no incidan negativamente en el medio ambiente.
- **Funcionalidad:** Muchos de los lugares comunes de un hospital son similares a otros de pública concurrencia, por lo que no existen particularidades al respecto. En las áreas específicas de edificios hospitalarios se diseñarán sistemas de alumbrado exclusivos y relacionados con su actividad asistencial.

4.12. Áreas especiales

4.12.1. Instalaciones en salas de intervención

La norma UNE 20460-7-710 define las clases de salas de riesgo y las clasifica en:

- Salas de clase 0: No utilizan equipos de electromedicina aplicados al paciente.
- Salas de clase 1: Se utilizan equipos de electromedicina aplicados a partes exteriores o fluidos corporales del paciente.
- Salas de clase 2: Se utilizan equipos de electromedicina que pueden aplicarse al corazón y los que aplican técnicas invasivas.

Como la norma no determina una clasificación concreta de locales de uso médico, su interpretación se realizará de acuerdo con el equipo médico del hospital.

Una propuesta básica de interpretación permite agrupar estos locales en:

- Recintos considerados salas de intervención, o que en casos puntuales pueden serlo:
 - Quirófanos
 - Antequirófanos
 - Salas de parto
 - Salas de reanimación quirúrgica
 - UCI, UVI
 - Salas de procedimientos cardiológicos especiales
 - Hemodiálisis
 - Sala de radiodiagnóstico no convencional
 - Salas de radioterapia
 - Salas de endoscopias
 - Boxes de cuidados críticos y reanimación de urgencias
- Recintos no considerados salas de intervención:
 - Salas de parto y dilatación
 - Salas de radiodiagnóstico convencional
 - Rehabilitación por hidroterapia
 - Ecografía convencional
 - Hospitalización
 - Salas de electrocardiografía

Para la ejecución de instalaciones eléctricas en salas de intervención, es de obligado cumplimiento la ICT MIE-BT-38, cuyo objeto es determinar los requisitos particulares para las instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención, así como las condiciones de instalación de los receptores utilizados en ellas.

En las salas de intervención será necesario disponer de las siguientes medidas de protección:

- Puesta a tierra de protección.

- Conexión de equipotencialidad.
- Suministro a través de transformador de aislamiento.
- Protección diferencial y contra sobreintensidades.
- Empleo de muy baja tensión de seguridad.

4.13. Energía solar fotovoltaica

La instalación de energía fotovoltaica está regulada por ley, si bien en continuo cambio en razón a la evolución del mercado eléctrico.

El documento CTE DB-HE “ahorro de energía” trata las condiciones para conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir que parte de esta energía sea procedente de fuentes renovables. La exigencia del CTE DB-HE, que afecta a la instalación eléctrica, es la HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos. Estos módulos están formados por material semiconductor que se excita por la radiación solar, provocando una baja diferencia de potencial. El acoplamiento de varios dispositivos permite obtener voltajes mayores que se inyectan en la red de consumo. Estos módulos admiten tanto radiación directa como difusa, por lo que generan energía eléctrica incluso en días nublados.

En un edificio hospitalario las placas fotovoltaicas se instalarán en cubierta o fachada, y su explotación se realiza mediante dos opciones:

- Instalación solar fotovoltaica propia.
- Contratación de la instalación a terceros, arrendando el techo solar disponible.

La instalación fotovoltaica, de forma resumida, se compone de: generador solar (conjunto de paneles fotovoltaicos), acumulador de energía, regulador de carga (para evitar sobrecargas), e inversor (transforma la corriente continua generada en corriente alterna).

4.14. Mantenimiento

Durante el proceso de diseño de un edificio hospitalario se tendrá en cuenta que una vez finalizada la instalación y su puesta en marcha, el edificio debe ser mantenido, por lo que es imprescindible diseñar una instalación que sea accesible y flexible.

Se diseñará, por parte de la empresa mantenedora, un plan de mantenimiento predictivo y preventivo, que permita identificar las posibles averías antes de que se produzcan. Este plan comprenderá como mínimo los siguientes apartados:

- Mantenimiento de grupos electrógenos.
- Mantenimiento de estación receptora.
- Mantenimiento de estación transformadora.
- Mantenimiento de SAI.
- Mantenimiento de cuadros eléctricos.
- Mantenimiento de alumbrado general y de emergencia.
- Mantenimiento específico de instalaciones de área quirúrgica.
- Mantenimiento de equipamientos especiales.
- Protocolo de pruebas e inspecciones periódicas de instalaciones sujetas a reglamentación específica.

5. Instalaciones TIC y de seguridad

Se conoce por TIC a las “tecnologías de la información y las comunicaciones”, término que, desde la aparición del fenómeno de internet a finales del siglo pasado, se usa de manera general para englobar todas aquellas instalaciones que permiten el intercambio de información, a velocidades casi instantáneas, hacia destinos de toda índole.

Por lo que respecta a las instalaciones de seguridad, son aquellas que permiten gestionar los riesgos y amenazas que pueda tener el edificio.

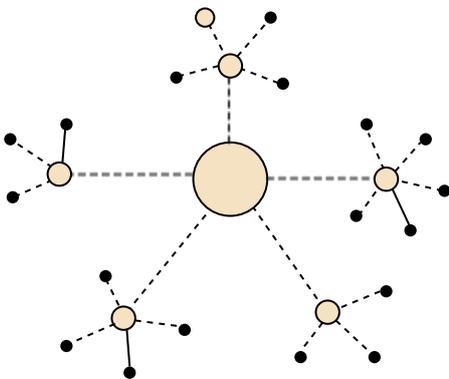
5.1. Instalación de voz y datos

Se trata de la infraestructura que permite que los múltiples servicios posibles hoy en día de voz y de datos funcionen de manera segura y correcta.

La instalación de voz y datos se debe proyectar considerando que cumplirá lo siguiente:

- Los elementos de control y gestión de las comunicaciones deben estar concentrados en una única sala de acceso físico controlado, denominada CPD (centro de proceso de datos).
- Las redes de cableado necesarias para soportar las instalaciones compartirán la misma canalización principal.
- La topología física de las redes de transmisión a través de las cuales se soportan los diferentes servicios será una estrella distribuida.

Red de distribución en estrella



Es pues una estructura jerárquica, en la que, partiendo de un repartidor principal (en adelante RP) ubicado en el CPD, se distribuye radialmente hacia los repartidores secundarios (en adelante RS) y desde estos, radialmente hacia las tomas finales de usuario.

5.1.1. Estructura y funcionamiento de la instalación

Hay un hecho fundamental que la va a condicionar, y es que para los servicios de voz y datos que se transmitan a través de cableado de cobre, que es por su relación prestaciones/precio el material universalmente utilizado, a partir de 90-100 metros de distancia no se puede garantizar una calidad de recepción suficiente.

Eso no sucede con cableado de fibra óptica, que permite distancias mucho mayores, y también a una velocidad de transmisión mayor, pero a un coste mucho más elevado. Por ello se utiliza fibra óptica para casos de distancias excepcionalmente largas, o bien para unir elementos con un flujo de información elevado, como por ejemplo la unión del RP con los RS.

Observando las tomas finales de usuario distribuidas por todo el hospital, tendremos multitud de ellas que darán servicio a puestos de trabajo, teléfonos, impresoras, equipamiento médico, etc. Cada usuario tendrá cerca de su mesa o mostrador una toma final a la que conectará sus terminales (ordenador, teléfono, etc.).

Todas esas tomas se conectarán mediante un cableado de cobre (salvo las excepciones de la fibra ya comentadas) con los equipos centrales del edificio para la transmisión de los servicios: servidores informáticos, central telefónica, etc., ubicados en el CPD.

Al CPD llegará la información de señales externas al edificio (líneas de telefonía analógica y/o digital, señales de TV terrestres o de satélite, señal de cable, etc.) a través de un cableado específico que llegará bien desde la cubierta del edificio o bien desde la vía pública. En él se alojará también toda la electrónica necesaria para el funcionamiento de la red informática (*routers*, servidores, *switches*), así como los equipos de seguridad necesarios (sistemas de SAI en caso de fallo de suministro de corriente, copias de seguridad de la información, etc.). En definitiva, en el CPD estará la infraestructura de transmisión de los servicios.

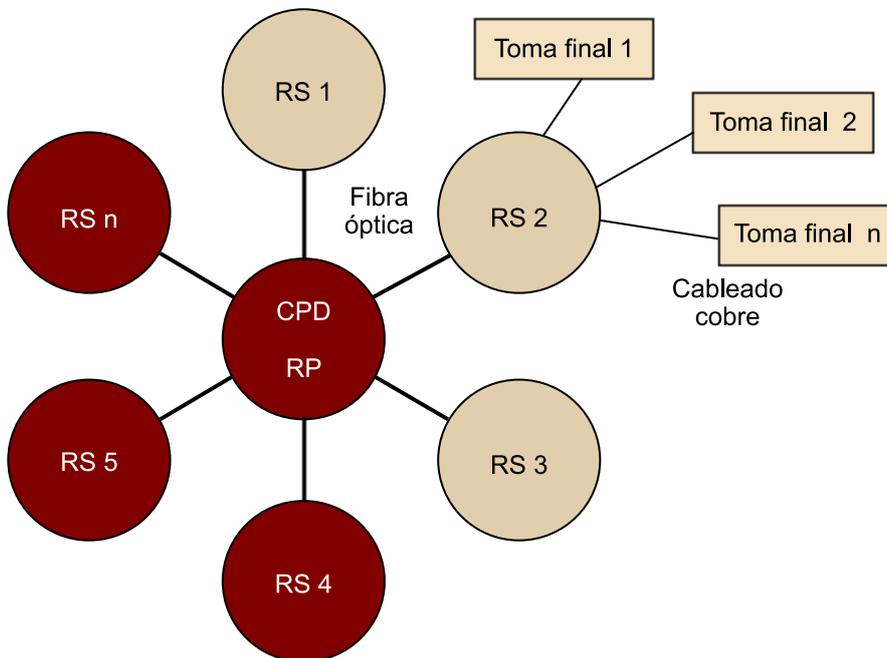
El problema radica en que para unir las tomas finales con los equipos del CPD, el recorrido que el cableado debe hacer supera la mencionada distancia crítica de 90-100 metros. La solución pasa por disponer de más salas técnicas distribuidas estratégicamente por las plantas del hospital, con unos requerimientos

técnicos menos restrictivos, donde estarán los denominados repartidores secundarios (RS). Cada RS estará conectado con el RP del CPD mediante fibra óptica, en forma radial de estrella.

El cableado entre el RP y los RS, más la electrónica que los une, constituye la denominada red troncal de transmisión del hospital.

Así, los RS son un “mal menor” que se necesita para poder llevar las comunicaciones a todos los puntos del edificio. Interesa minimizar su número, pues así se abarata la instalación y además se dispone de más superficie útil para otros servicios del edificio.

Esquema radial con “n” repartidores secundarios desde el RP



5.1.2. El centro de proceso de datos (CPD)

A la sala o conjunto de salas reservadas para la infraestructura de red o servicios, y que deben ser contiguas en una misma planta, se la denominará centro de proceso de datos (CPD). El CPD constituye el centro neurálgico de la instalación y dispondrá de la infraestructura tecnológica que le permita cubrir la implantación de los servicios especificados. Dispondrá, como mínimo, de:

- Repartidor principal (RP), en uno o varios armarios *rack*
- Servidores de red
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)
- Puestos para operadores de sistemas y red
- Almacén de copias de seguridad

En el CPD se albergan todos los equipos informáticos y de comunicaciones en sus correspondientes armarios denominados *racks*. Deberá disponer de una superficie suficiente para tener todos los equipos de manera holgada y que permita la ampliación futura de la instalación. Estará convenientemente climatizado y dotado de detección y extinción de incendios mediante agentes extintores gaseosos, o agua nebulizada, así como de control de acceso.

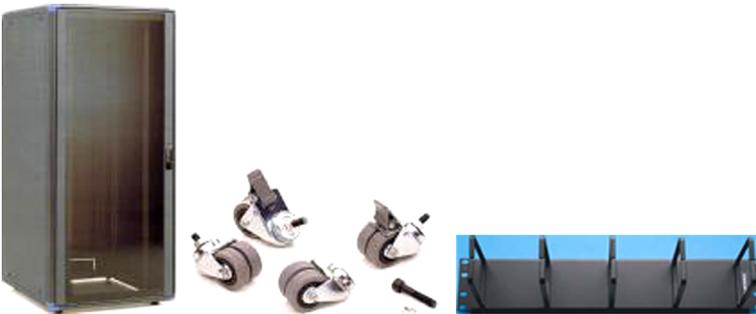
Ejemplo de centro de proceso de datos (CPD)



Al CPD llegarán los diversos operadores de telecomunicaciones contratados con su infraestructura de red, necesitando espacio físico en los *racks* para albergar sus elementos (*routers*, *switches*, etc.).

De igual forma, parte de los elementos de red de todo el edificio, como por ejemplo los *switches* de control de red, serán albergados en el CPD, por lo que se necesitará de espacio físico en los *racks*. También será necesario albergar los servidores informáticos, las cabinas de almacenamiento, etc., imprescindibles para dar los servicios al hospital.

Armario *rack*, ruedas para el mismo y pieza para gestionar el cableado



5.1.3. Salas para repartidores secundarios

Ya se ha hablado de que cuando por razones de distancia no es posible abordar todo el cableado del edificio desde un repartidor único (que es la situación ideal), son necesarios salas intermedias, denominados repartidores secundarios (RS).

Estos repartidores estarán más cercanos en distancia a las tomas finales de usuario, de hecho, estas no deberían estar más lejos de 90-100 m con un cableado de cobre. En caso contrario, se debería optar puntualmente por un cable de fibra hasta la toma final.

5.1.4. Cableado estructurado y su canalización

Hasta hace pocos años solo existía la conexión para el teléfono y ocasionalmente para un telex. Posteriormente llegó la informática corporativa y era necesario llevar hasta el puesto de trabajo una conexión de ordenador, mientras que al mismo tiempo aumentaban las conexiones telefónicas, aparecía el fax, la informática distribuida, los sistemas de alarma, el video, etc. En definitiva, más cables y más conexiones. Todos los cables necesarios formaban un complejo lío con gran diversidad de tipos, colores, características, etc.

Esta situación insostenible para el mantenimiento y la funcionalidad de la instalación forzó la aparición del sistema de cableado estructurado, que soporta los servicios actuales de telecomunicaciones en un medio homogéneo, sencillo y, lo más importante, normalizado.

Los diferentes tipos de cable de cobre, el material más empleado ya que por sus características es un gran conductor de la información por un precio razonable, y que componen la instalación, son:

- Cables de pares trenzados: 4 pares UTP, FTP, SSTP.
 - UTP, cable sin protección especial, es el más habitual y el más económico.
 - FTP, cable con recubrimiento metálico de los cuatro cables.
 - SSTP, cable donde cada par está apantallado y luego el conjunto también; poco utilizado.
- Multipares (mangueras normalizadas de 25, 50, 100,...pares), muy útiles para interconectar armarios tanto del edificio como de plantas. Existen en versión UTP y FTP.
- Conector (RJ45), es el conector “universal” que se adapta a todo: teléfono, ordenador, etc.

- Latiguillos (RJ45 y 110) para unir los equipos terminales a la red, en los distribuidores ubicados en el *rack*.

Otro parámetro muy importante y que marca el rendimiento del cable, sea del tipo que sea (UTP, FTP, etc.) es la “categoría”. A mayor categoría se pueden transmitir los paquetes de información a mayor velocidad, pero su instalación resulta más cara.

Actualmente existen diversas categorías reconocidas:

- **Categoría 3.** La usada habitualmente para transmitir voz, pues su rendimiento es óptimo.
- **Categoría 5E.** Rango de frecuencia hasta 100 Mhz, la usada como estándar durante la pasada década.
- **Categorías 6 y 6A.** Rangos de hasta 500 Mhz, las usadas como estándar hoy en día.
- **Categorías 7 y 7A.** Rangos de hasta 1 GHz, de incipiente entrada.

Cableado de fibra óptica

Los cables de fibra son óptimos para distancias largas. Por su interior se transmite luz que conduce la información, y en origen y destino se necesitan conversores, que son capaces de pasar de una señal eléctrica a una óptica y viceversa. Al conducir luz, es evidente que la velocidad de transmisión de la fibra es muy elevada.

Los principales tipos de fibra son: monomodo y multimodo.

Canalización

Para canalizar todos los tipos de cables o varios de los que hemos visto desde el origen del servicio alojado en el CPD hasta la toma final de usuario se identifican tres tramos diferenciados en la canalización del edificio:

- Canalización vertical, para el guiado de cables en patios verticales del edificio.
- Canalización horizontal, para guiado de cables a lo largo de una planta.
- Canalización de acceso, para guiado de cables desde la canalización horizontal hasta la toma final de usuario.

La canalización se dimensionará de acuerdo con el número de cables que deba alojar, previendo una reserva del 30% del espacio libre para futuras ampliaciones o modificaciones de la red.

Canalización por bandejas



Ejemplo de canalización por bandejas desde un armario repartidor buscando el falso techo de la sala contigua.

Los cables de energía eléctrica en ningún caso y bajo ningún concepto compartirán canalización con los cables de voz, datos, TV y tierra de datos, pues ello generaría serios problemas de interferencias electromagnéticas que impedirían el correcto funcionamiento de la instalación.

5.1.5. Tomas finales de usuario

Los servicios de voz y datos estarán disponibles a través de las tomas finales, que constituyen los elementos últimos de la red de transmisión y los que son visibles para el usuario cerca de su entorno de trabajo.

Un hospital, a diferencia de otros edificios, es una estructura compleja y por tanto, la configuración de cada toma es específica según la estancia o el uso que se le vaya a dar. No se puede simplificar, como en un edificio de oficinas por ejemplo, y dotar a cada toma final de un conector RJ45 para el teléfono y otro RJ45 para el ordenador.

En general, las tomas finales estarán basadas en una caja practicable, de dimensiones estandarizadas por los fabricantes, y que estará bien empotrada en la pared o bien será de superficie. Su funcionalidad y configuración, hemos dicho, dependerá de cada sala en particular.

Toma final de usuario de superficie y empotrable en pared



Por lo general, las tomas finales incluyen también los enchufes de energía eléctrica.

5.1.6. Servicios de la instalación

Servicios de voz

Se trata de aquellos servicios que requieren comunicación vocal para su funcionamiento. El objetivo es integrar el máximo número de servicios sobre la misma tecnología, a fin de facilitar el uso y minimizar los costes de mantenimiento y explotación. Existen en este momento dos tecnologías:

- El sistema de telefonía tradicional basado en una central telefónica digital conectada a líneas de un operador y dando servicio a un número de extensiones internas.
- Voz sobre protocolo IP (VoIP), que es una tecnología surgida del desarrollo de las redes informáticas. No requiere de una central telefónica.

La tecnología convencional ofrece esencialmente la estabilidad de funcionamiento propia del tiempo que lleva en el mercado, por lo que es una tecnología madura y muy depurada. Todos los operadores públicos de telefonía facilitan el servicio de comunicación vocal sobre este tipo de tecnología. Por el contrario, está basada en sistemas propiedad de cada fabricante, incompatibles entre sí.

La tecnología de VoIP aporta la gran ventaja de que comparte la misma red y electrónica que la red de transmisión de datos y el mismo sistema de gestión de red. El sistema que gestiona la señalización y el nivel de servicio funciona sobre una plataforma estándar de la industria tipo UNIX o Windows. La gran ventaja es que aprovecha la red de datos para realizar llamadas, por lo que estas no suponen un coste económico como en la telefonía tradicional. Por el contrario, sus terminales sí suponen una inversión elevada.

Servicios de datos

Nos referimos a los servicios de transmisión y comunicación de datos requeridos por las aplicaciones informáticas del hospital:

- Aplicaciones de gestión administrativa.
- Aplicaciones de gestión clínica.

- Aplicaciones departamentales.
- Acceso a documentación, bibliografía y formación continuada.

A fin de poner operativa la red de transmisión de datos sobre la red de cableado, es necesario usar electrónica de conmutación en los RS y electrónica de conmutación y comunicación en el RP. Debido a la rápida evolución de estos equipos en el mercado, no vamos a entrar aquí en su detalle, debiéndose en cada momento conocer el estado del arte de la materia a la hora de escogerlos.

5.1.7. WI-FI

WiFi es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada hoy en día. También se denomina WLAN (*wireless lan*, red inalámbrica). Ya con unos años de existencia, ha ido evolucionando sobre todo por lo que se refiere a su seguridad y a la velocidad de acceso. De hecho, son su velocidad y el alcance (unos 100-150 metros en hardware asequible) lo que convierten esta tecnología en una fórmula perfecta para el acceso a internet sin cables. Algunos hospitales, tanto privados como públicos, se han convertido en pioneros en la utilización de tecnologías inalámbricas, que aumentan la rapidez de los diagnósticos y la calidad de la atención.

5.1.8. Telemedicina

Se define telemedicina como la prestación de servicios de medicina a distancia. Para su implementación son necesarias las TIC. La telemedicina puede ser tan simple como una conversación de dos profesionales de la salud tratando un caso por teléfono, o tan sofisticada como la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real.

Existe últimamente una revisión conceptual del término *telemedicina*. Se entiende que el término eSalud es mucho más apropiado, en tanto que abarca un campo de actuación más amplio.

Por su relativa novedad, la práctica de la telemedicina no está definitivamente asentada ni integrada en los procedimientos habituales de las organizaciones sanitarias; algunas aplicaciones ya han alcanzado la madurez y demostrado su utilidad, mientras otras están emergiendo. Es previsible que su progresiva implantación vaya a modificar escenarios y esquemas establecidos en la provisión de servicios de salud, con notables consecuencias estratégicas, organizativas y de gestión de los recursos.

De entre el amplio abanico existente, destacamos las siguientes aplicaciones:

- **Telediagnóstico o diagnóstico a distancia.** Es la técnica que mayor impacto causa, dadas las múltiples ventajas con que se presenta. Consiste en

evaluar o asistir a la evaluación médica de un paciente desde un centro hospitalario que se encuentre distante.

- **Teleconsulta.** Consulta a distancia de datos médicos.
- **Reuniones médicas para obtener segundas opiniones o teleconferencia.** Por medio de videoconferencia, es factible convocar una reunión de especialistas que estén en diferentes lugares a fin de debatir diferentes situaciones.
- **Almacenamiento digital de datos o fichas médicas.** Consiste en la implementación en soporte digital de documentos tales como fichas médicas, placas radiológicas o exámenes, de manera que se agilicen los procesos internos y se disminuya el espacio físico de almacenamiento de los mismos.

5.2. Comunicación paciente–enfermera

Esta instalación permite atender, con personal sanitario y en las áreas del hospital que así lo requieran, las necesidades de atención a los pacientes. El paciente que está ingresado y tiene la necesidad de solicitar algún tipo de atención dispone de los mecanismos adecuados que le permiten comunicarse con enfermería.

Cualquiera que sea el estado o la edad del enfermo, el sistema debe permitir que el paciente pueda comunicarse solicitando ayuda y a la vez obtener respuesta oral, sintiéndose así protegido y acompañado desde el punto de vista de tranquilidad psicológica.

5.2.1. Estructura y funcionamiento de la instalación

Un sistema de llamada a enfermera se compone de ciertos elementos en distintos puntos del hospital, que típicamente son los siguientes:

- Habitaciones de hospitalización
- Baños de hospitalización y baños asistidos de planta
- Pasillos de comunicación
- Salas de estar de pacientes
- Puestos de enfermería
- Puesto de control central, en caso de haberlo
- Boxes de UCI
- Boxes de Urgencias
- Área de Diálisis
- Hospital de día

De manera que:

- Cada habitación disponga de terminal e indicador luminoso en el pasillo.
- Cada cama y cada baño dispongan de mecanismo de llamada.
- Cada sala de estar disponga de terminal de habitación.

Además de los correspondientes mecanismos de anulación-presencia, terminales y estaciones de planta necesarias para el completo funcionamiento de la instalación.

Sistemas centralizados y descentralizados

La diferencia entre los sistemas centralizados y los descentralizados radica en el lugar desde el cual se contestará la llamada del paciente.

En los sistemas centralizados todas las llamadas van a parar a un único puesto de control, donde les atiende una persona especialista en este tipo de trabajo, que a su vez comunica con el puesto de enfermería correspondiente y da el aviso para que el paciente sea atendido. En una única sala, pues, se concentra toda la electrónica del sistema.

En un sistema descentralizado, las llamadas se reciben en el puesto de control de enfermería que le corresponde a cada grupo de habitaciones o baños. Dependiendo de la distribución del hospital, el número de camas a gestionar cada puesto de control puede variar, pero está alrededor de la veintena.

5.2.2. Hospitalización

En la habitación del paciente, bien sea individual o doble, deben existir los elementos necesarios para poder efectuar las siguientes funciones:

- Llamada a la enfermera de forma ágil y sencilla, con memorización de la llamada.
- Indicación de que la llamada está memorizada.
- Una vez la enfermera está presente en la habitación, se debe poder comunicar con el resto de la planta y debe quedar registrada la llamada.
- Comunicación oral.
- Recepción de otras llamadas para la enfermera.

En el aseo de la habitación debe existir un elemento que permita la llamada a la enfermera junto con la indicación de que la llamada está memorizada.

En el pasillo habrá unos elementos indicadores que deben ser visibles a lo largo de todo el recorrido del pasillo y que permitirán conocer la situación de la llamada de la habitación (en reposo, llamada normal, de baño, de emergencia, presencia de enfermera, etc.).

En cada puesto de enfermería, ubicado próximo a un conjunto de habitaciones, deben estar tanto los elementos de control como los indicadores necesarios para que el personal sanitario pueda saber en todo momento:

- Las llamadas en curso desde las habitaciones.
- El tipo de cada una de las llamadas.
- La situación del personal sanitario.

Es importante destacar que el sistema de comunicación no solo ayuda al paciente sino que también proporciona información muy útil al personal sanitario:

- Desde cualquier punto del pasillo se sabrá qué habitación llama, con qué grado de urgencia y en qué habitación hay enfermeras atendiendo llamadas.
- Desde cualquier habitación donde esté una enfermera se podrá efectuar una llamada de emergencia dirigida al resto de personal sanitario.

5.2.3. Áreas de UCI, Urgencias, Diálisis y Hospital de día

Existen otras áreas en las que también es necesaria la implantación de un sistema de comunicación paciente-enfermera: los boxes de UCI y Urgencias, Diálisis y el Hospital de día.

A diferencia de las habitaciones y baños de hospitalización, aquí el paciente está muy próximo en distancia al personal sanitario, por lo que carece de sentido que la comunicación entre ellos tenga que ser oral. Además, la gran cantidad de equipamiento médico en estas áreas (sobre todo en UCI) hace necesario reducir el sistema de comunicación al mínimo. Bastará entonces una señalización acústica y óptica, con elementos idénticos a los ya vistos (pulsadores, etc.).

5.2.4. Componentes de la instalación

El sistema está formado básicamente por tres elementos: un servidor del sistema (PC), una unidad central y los diferentes componentes instalados en las estancias como pueden ser los siguientes:

Terminal de habitación, módulo de cama y bloque de llamada con pulsador



En los pasillos se instalarán los indicadores de sobrepuerta de habitación, que permiten visualizar las llamadas y el tipo de estas.

Indicador de sobrepuerta



5.2.5. Últimas tendencias sobre la instalación

La última tendencia en la instalación de paciente-enfermera consiste en aprovechar la red de cableado estructurado y de fibra óptica del hospital a fin de ofrecer el servicio clásico de llamada que hemos visto, con todas sus variantes, incorporando además funciones adicionales de comunicación discreta, control de luces (apagado y encendido), control de canales de radio y TV (el televisor será de tipo LCD, próximo al paciente adosado con brazo articulado), etc. Incluso se pueden incluir también funciones para el servicio de telefonía de pacientes y su facturación, utilizando para ello la propia infraestructura de fibra óptica del sistema. El paciente dispone de una tarjeta recargable que le permite pagar los servicios de telefonía, TV o internet.

5.3. Megafonía

La instalación de megafonía de un hospital tiene como objeto principal la emisión, por parte del personal autorizado, de mensajes hablados o pregrabados y de música ambiental a aquella zona o zonas del recinto que previamente se determine. La instalación permite:

- La difusión de música.
- La emisión de avisos microfónicos desde pupitre.
- La emisión de alarmas, señales acústicas y avisos de emergencia.
- La emisión de avisos pregrabados en memoria digital.
- La emisión de avisos locales por zonas según la distribución y conexión de los amplificadores.

El primer aspecto a determinar es cuántas zonas queremos establecer en nuestra instalación. Las zonas se suelen determinar en función del tamaño y uso de cada una de ellas. Los mensajes a enviar a la zona de mantenimiento pueden ser muy distintos a los que se envíen a una UCI, por ejemplo. Aunque todos los mensajes se pueden enviar a todas las zonas (como sucede con los avisos de emergencia), es necesario un planteamiento previo que en cierta forma las distinga. El número de zonas para un hospital de unos 25.000 m² puede estar, como referencia, alrededor de las 20 o 30.

La instalación consta básicamente de un conjunto de altavoces distribuidos por el hospital y unidos entre sí dentro de cada zona. A cada conjunto de altavoces los alimenta un amplificador de potencia suficiente, alojado en un armario *rack* que se encuentra en una sala técnica del hospital, normalmente junto con otras instalaciones de señales débiles. En ese mismo *rack* se encuentran también las fuentes externas musicales (CD, etc.), así como los módulos de mensajes pregrabados.

Los avisos microfónicos son emitidos desde un pupitre, que por lo general se encuentra cercano a la recepción del recinto. Desde el pupitre puede realizarse la selección de una, varias o todas las zonas para enviar el mensaje bajo el criterio del operador del equipo.

Destacar también que existen algunas salas específicas en los hospitales a las que se les suele dotar de un sistema autónomo de megafonía (auditorio, salón de actos, aulas de grandes dimensiones, oratorio, etc.). En todas ellas se debe poder acceder a la megafonía general con preferencia para casos de emergencia.

Cabe comentar que hoy en día es posible la conectividad de la instalación de megafonía vía IP, con los protocolos de audio correspondientes, que permite descentralizar completamente la instalación del sistema, pudiéndola controlar y configurar desde cualquier punto de la red informática. El coste de esta tecnología incipiente es significativamente más cara.

5.3.1. Componentes de la instalación

a) **Armario.** El armario *rack* se ubicará en una sala técnica donde solo pueda acceder personal autorizado, y que se aconseja que esté climatizada. En él se alojarán las tarjetas correspondientes del sistema, las etapas amplificadoras, las fuentes de sonido para difusión de programas musicales (CD, DVD, sintonizador radio, mp3, etc.), y las etapas para mensajes digitales.

b) Pupitre. Los pupitres microfónicos, controlados por microprocesador, tienen como misión la difusión de avisos por zonas, generándose los mensajes y seleccionándose las zonas del amplificador y decodificador que activa las salidas elegidas, dirigiéndolas hacia los altavoces. Es el elemento visible tras el mostrador.

Pupitre microfónico



El pupitre se suele ubicar en el mostrador de entrada al hospital o en sala anexa, y desde este se pueden seleccionar tonos diferentes de llamada, de aviso, o de señales de alarma, junto con un conjunto de niveles de prioridad.

c) Altavoces. Existe gran variedad de altavoces en función de la potencia que deban emitir, de si van a ir empotrados o no en falso techo, de si están en un ambiente ruidoso, como un taller de mantenimiento, o bien en uno tranquilo, como un despacho de administración, y también en función del fabricante.

Por lo general, en pasillos comunes se suelen instalar altavoces de dimensiones de 6" con dispersor incorporado y una potencia máxima de 5 W, en sus versiones empotrada o de superficie, centrados en el ancho del pasillo y distribuidos de manera coherente y racional junto con el resto de elementos de otras instalaciones (detectores de incendio, rejillas de clima, luminarias, etc.).

Altavoces empotrables en falso techo y de superficie



Proyector acústico para salas técnicas o exteriores



d) Atenuadores. En los despachos, office, salas de espera u otras zonas especiales se puede instalar un atenuador que permite al usuario regular el volumen de la música ambiental en esa sala, aunque no el del mensaje desde el pupitre microfónico o el del mensaje automático pregrabado, que siempre tendrán prioridad.

5.4. Televisión

El diseño de la instalación consta de un sistema de captación, transmisión y recepción de señal de TV digital, radio FM y TV satélite para todas aquellas dependencias del hospital que deban disponer de este servicio en función de sus criterios.

Típicamente se dota de este servicio a las siguientes estancias: habitaciones de hospitalización, salas de reunión y aulas de docencia, biblioteca, salón de actos, salas de espera de pacientes, salas de espera de público, salas de estar de personal y cafetería.

La instalación clásica pasa por la recepción de la señal en la cubierta del edificio mediante una antena, la amplificación de la misma mediante amplificadores monocanal, y un árbol de distribución por el edificio hasta llegar a cada toma de las que conste la instalación, mediante montaje en cascada.

Dadas las distancias existentes desde ese punto y hasta cada toma, se hace necesario el uso de elementos de distribución (distribuidores y derivadores de línea), así como de amplificadores troncales que permitan elevar el nivel de la señal antes de la toma de destino garantizando la correcta recepción de la señal.

No obstante, en estos últimos años es posible la captación de las señales a través de internet, por lo que mediante la red de voz y datos del edificio puede también hacerse llegar a donde se desee. Es una instalación que está viviendo un radical cambio tecnológico.

5.5. Reloj patrón

La instalación de señalización horaria o cronometría en un hospital cumple con dos funciones básicas: la sincronización de equipos operacionales, sistemas de seguridad y otros servicios, mediante un reloj patrón sincronizado vía GPS; y la información horaria, por medio de la instalación de relojes analógicos y/o digitales, distribuidos por diferentes puntos del edificio. El objetivo es que todos los relojes marquen en todo momento la misma hora.

La distribución horaria sin hilos sincroniza una red de relojes localizada en diferentes plantas y salas del hospital sin necesidad de cables. Existe un reloj patrón que emite un código horario vía radio hacia el resto de relojes receptores o vía la red de datos. El reloj patrón se sincroniza vía GPS, sistema consti-

tuido por veinticuatro satélites, que emiten permanentemente la señal horaria alrededor del planeta. Los relojes receptores se sincronizan automáticamente cuando reciben la señal horaria, ya sea vía radio o por impulsos vía cable.

5.6. Seguridad: riesgos y estrategias

En un centro sanitario conviven muchos públicos: empleados, pacientes, usuarios, familiares, personal de mantenimiento, proveedores, estudiantes, contratados, voluntarios, etc.

Todas las actividades se realizan en un entorno relativamente pequeño (un edificio), con un horario continuo e ininterrumpido, trabajando con instalaciones críticas y complejas y con alta exigencia de responsabilidad.

Por todo ello, las necesidades de seguridad en entornos sanitarios están muy condicionadas al entorno y a su dimensión.

La primera acción para establecer una planificación en materia de seguridad es establecer el mapa de riesgos, que analiza los riesgos, las amenazas y los posibles receptores del daño. Una vez conocidos, se establecerán los medios de seguridad (activos, pasivos u organizativos) y se determinarán las instalaciones operativas (control de accesos, circuito cerrado de TV, alarmas, etc.) a implementar.

Un mapa de riesgos se puede resumir en una tabla como la siguiente:

ACCESO	LOCAL	RIESGO						
		Incendio	Robo	Atraco	Agresión	Aglomeraciones	Vandalismos	Sabotaje
Libre (todos los visitantes y personal interno)	Accesos edificio							
	Vestíbulo							
	Cafetería							
	Aparcamiento							
	Etc.							
Controlado (personal interno, proveedores y visitantes acreditados)	Zonas administrativas							
	Almacenes							
	Etc.							

ACCESO	LOCAL	RIESGO						
		Incendio	Robo	Atraco	Agresión	Aglomeraciones	Vandalismos	Sabotaje
Restringido (solo personal interno y pacientes)	Urgencias							
	Helipuerto							
	Farmacia							
	Etc.							

Frente a los riesgos que se acaban de identificar, se tienen dos estrategias de defensa que deben funcionar en paralelo:

- Medidas organizativas: política de control de accesos, vigilancia específica, inspecciones periódicas, simulacros, etc.
- Medidas de protección: control centralizado, detección de intrusión, alarmas, detección y extinción de incendios, etc.

Es importante remarcar que el objetivo de la gestión de la seguridad es optimizar los recursos técnicos y humanos de que se disponga, adaptándose a las necesidades que el centro necesita:

- Proteger a todos los públicos.
- Proteger los activos económicos y la información confidencial custodiada.
- Proteger las propias instalaciones.
- No interferir en el desarrollo de la actividad sanitaria.
- Garantizar la continuidad de la actividad.

En centros de dimensiones medias o superiores se hace imprescindible crear la figura del coordinador de seguridad, que será el responsable de la planificación y gestión de la seguridad. Esta figura puede ser propia del centro o externa.

El centro de control es la sala neurálgica desde la que se controla y gestiona la seguridad del centro. Son espacios físicos donde se centralizan todas las alarmas y deberán estar dirigidas por un vigilante titulado, idealmente las 24 horas del día. Las principales funciones que se realizan en el centro de control son:

- Gestión de los efectivos de seguridad.
- Monitorización de alarmas de seguridad (intrusión, incendios, hurto, etc.).

- Videovigilancia interior y perimetral.
- Operación remota de puertas y barreras.

A continuación se describen las principales instalaciones que permiten controlar la seguridad del edificio desde el centro de control.

5.6.1. Circuito cerrado de televisión (CCTV)

La instalación se denomina circuito cerrado, ya que todos sus componentes están enlazados y es un sistema pensado para un número limitado de espectadores.

El circuito está compuesto por un conjunto de cámaras de vigilancia que envían las imágenes a un grabador y que se visualizan en los monitores del centro de control del hospital. Se controlan remotamente configurando su panorámica, inclinación y zoom.

Estos sistemas incluyen visión nocturna, operaciones asistidas por ordenador y detección de movimiento, que facilita al sistema ponerse en estado de alerta cuando algo se mueve delante de las cámaras.

Las cámaras son el elemento central en cualquier tipo de solución de CCTV, existiendo diversas posibilidades:

- Cámaras fijas o domos con movimiento.
- Equipos con zoom óptico y electrónico.
- Color o monocromo, con conmutación automática.
- Equipos con visión nocturna e infrarrojos.
- Cámaras con autoenfoco y estabilizador automático de imagen.
- Sistemas conectados a internet para supervisión remota.

Ejemplos de cámaras: modelo fijo y domo



El videograbador es el núcleo del sistema de videovigilancia, ya que en este se almacena toda la información recogida durante el tiempo de vigilancia. Actualmente, los mecanismos de compresión de imagen y la evolución informática han hecho que estos dispositivos sean capaces de almacenar muchas horas de grabación.

5.6.2. Sistema de localización de pacientes

Los sistemas de localización nos permiten el control de los pacientes que requieren una atención especial: encamados (aquellos que no pueden valerse por sí mismos), monitorizados (aquellos que pese a valerse por sí mismos necesitan ser controlados, como pacientes penitenciarios o en custodia), o errantes (pacientes con problemas de orientación, demencia senil, Alzheimer, etc.).

A estos pacientes se les proporciona una pulsera inteligente que transmite su posición por radiofrecuencia y que es detectada permanentemente por los sensores distribuidos por el hospital. Mientras el paciente se encuentre dentro de las zonas preestablecidas no se activa ninguna alarma, pero en el momento en que se salga de ellas el sistema receptor emitirá el aviso correspondiente.

5.6.3. Antiintrusión

Es muy importante establecer medidas de protección tanto en los accesos exteriores del centro como en sus zonas críticas interiores. Para ello existen diferentes medidas en el control de accesos:

- Control de acceso a las instalaciones. Se identifican los puntos de acceso vulnerables y se protegen mediante el sistema más conveniente en cada caso:
 - Contactos magnéticos en puertas y ventanas
 - Detectores de rotura de cristal
 - Detectores sísmicos
- Protección perimetral:
 - Detectores volumétricos
 - Barreras infrarrojos
 - Sistema de detección del movimiento
 - Cables sensores
- Acceso aparcamiento:
 - Códigos
 - Lectura de matrículas
- Interior de las instalaciones. Se analiza el interior para determinar la ubicación más adecuada para los sensores de movimiento. En el interior pueden instalarse:
 - Controles de presencia y acceso para personas

- Tarjetas de acreditación con chip o banda magnética
- Sistemas biométricos de identificación
- Sistemas de conteo de personas

5.7. Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones de TIC y seguridad debe incluir un servicio de 7x24 h para la infraestructura de carácter más crítico, como puedan ser los cortes fortuitos de fibras ópticas, los cortes de suministro eléctrico a *racks*, las averías eléctricas que afecten a SAI de *racks*, etc.

Se establecerán unos tiempos de respuesta y de resolución de las averías en función de la severidad de las mismas y la afectación que implique al buen funcionamiento de la instalación.

6. Gases medicinales

La instalación de gases medicinales dota, a aquellas salas del hospital que así lo requieran, de tomas desde las que se proporciona el servicio.

Los gases medicinales más comunes son los siguientes:

- **Oxígeno.** Gas incoloro a presión atmosférica, inodoro, no inflamable e insípido. Principales usos: oxigenoterapia, vehículo transportador de medicamentos, elemento motriz de respiradores, etc.
- **Protóxido de nitrógeno.** Gas incoloro a presión atmosférica, inodoro, no inflamable, no corrosivo y con ligero sabor dulce. Principales usos: anestesia.
- **Nitrógeno.** Gas incoloro a presión atmosférica, inodoro e insípido, más ligero que el aire. Uso más habitual: fluido motriz de equipamiento de microcirugía.
- **Aire medicinal.** Mezcla de gases compuesta principalmente por nitrógeno (79%) y oxígeno (21%). Uso más habitual: fluido motriz de equipamiento neumático como son los respiradores.
- **Vacío.** No corresponde a ningún gas en particular, sino a la generación de una ausencia de presión. Es una instalación muy frecuente y necesaria en hospitales.

La normativa más relevante en una instalación de gases medicinales incluye:

- 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 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).
- 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 7396-1:2007 Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 1: Sistemas de canalización para gases medicinales comprimidos y de vacío. (ISO 7396-1:2007)
- H.T.M. – 2022
- AFNOR FD S 90-155

6.1. Centrales

El suministro de gases medicinales al centro hospitalario puede ser de dos tipos, en función de las necesidades o prestaciones de que disponga el edificio:

- Instalaciones fijas centralizadas: Depósitos criogénicos. De gran capacidad, los depósitos estarán situados idealmente en la zona de urbanización exterior del edificio, montados sobre una bancada de hormigón en un recinto vallado y protegido, con fácil acceso para los camiones cisterna de llenado desde la vía pública.

Imagen de depósito criogénico de gases medicinales



- Instalaciones móviles: Sala de baterías de botellas a presión. Debe preverse el acceso vehicular a dicha sala a fin de facilitar su carga y descarga, así como dotarla de ventilación directa al exterior y de medios de lucha contra incendios. En ocasiones las botellas constituyen un suministro secundario y de reserva de los depósitos criogénicos.

Imagen de batería de botellas de gases medicinales



6.2. Red de distribución

La red de distribución de los diferentes gases medicinales, así como la instalación de vacío, se asemeja a la red de agua sanitaria en cuanto a su concepto y uso de materiales.

Las canalizaciones desde el cuadro de distribución en la sala de gases hacia los cuadros de zonificación, y de estos a las tomas terminales, se realizarán en tubo de cobre rígido.

La tubería puede instalarse vista o empotrada, según necesidades. Una vez terminado el montaje de la instalación, es sometida a prueba con una presión superior a la normal de utilización con el fin de garantizar su perfecta estanqueidad.

Las tuberías no deben pasar junto a otras que contengan combustibles líquidos y deben estar a una distancia mínima de 5 cm de cualquier cable eléctrico. Tampoco pasarán por el interior del hueco de ascensores, ni por la central de calefacción.

Para evitar equivocaciones se marcarán durante la fase de montaje con una señal todos los tubos de una instalación y una vez acabado el montaje se identificarán con unas pegatinas, que indican el gas y el sentido de circulación del mismo. El código de colores de señalización a utilizar para los diferentes gases será el siguiente:

- **Oxígeno:** color blanco, señalización "O₂"
- **Vacío:** color amarillo, señalización "Vacío"
- **Nitrógeno:** color negro, señalización "N₂"
- **Aire medicinal:** color negro-blanco, señalización "Aire"
- **Protóxido de nitrógeno:** color azul, señalización "N₂O"

Código de colores de señalización de tuberías



Los diámetros de las tuberías se calculan en función del número de tomas, considerando las pérdidas de carga y un coeficiente de simultaneidad de utilización del 100% para el oxígeno, el aire y el protóxido, y el que corresponda según la ubicación de la toma para el vacío.

En cada planta se realizará la alimentación hasta los puntos terminales o tomas, procurando siempre evitar pérdidas excesivas de carga y aprovechando los pasos por zonas comunes como son los pasillos.

La instalación estará controlada en todo momento por un cuadro de alarma, que estará comunicado con la gestión centralizada de instalaciones.

6.3. Puntos terminales

Las tomas de gases son del tipo denominado “toma rápida”, que permite la conexión de los caudalímetros, rotámetros y demás aparatos de utilización mediante un racor de bayoneta. Al retirar el racor, el paso del gas se cierra automáticamente por medio de la válvula de retención de que van provistas.

Podemos encontrar las tomas en las siguientes posiciones:

- **Tomas murales.** Las tomas murales se han de colocar, siempre que sea posible, empotradas y a una altura comprendida entre 1,20 y 1,50 m. de altura.

Toma mural de gases



- **Columnas de quirófano.** Las columnas de quirófano están pensadas para satisfacer las exigencias de ergonomía, aportando un concepto nuevo en cuanto a orientación del equipamiento, ya que los equipos pueden estar orientados en diferentes direcciones.

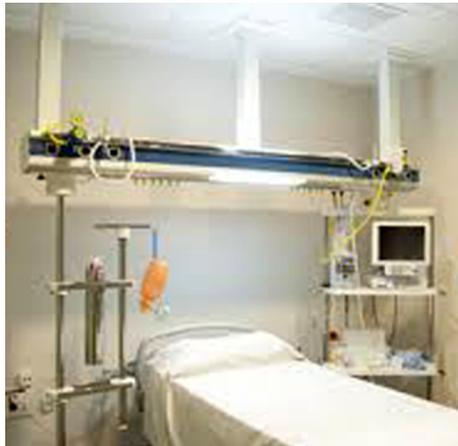
Columna de quirófano



Las columnas responden también a una de las principales preocupaciones de los quirófanos, la higiene, pues todos sus accesorios son fáciles de limpiar y de desinfectar.

- **Cabeceros suspendidos para UCI y Urgencias.** Los cabeceros suspendidos permiten la eliminación de obstáculos alrededor del paciente y facilitan la circulación del equipo médico. En todas las camas de UCI y Urgencias se prevé este tipo de montaje.

Cabecero suspendido en UCI



6.4. Dotaciones en áreas especiales

La siguiente tabla refleja las necesidades habituales de gases medicinales y vacío en cada una de las zonas del hospital:

ZONA	SALA	Oxígeno	Protóxido	Vacío	Aire medicinal	Nitrógeno
QUIRÚRGICA	Anestesia	X	X	X	X	
	Quirófanos	X	X	X	X	X
UCI	Box UCI	X	X	X	X	
URGENCIAS	Box reconocimiento	X		X	X	
	Recuperación	X		X	X	
RADIOIAGNÓSTICO	TAC	X	X	X	X	
HOSPITALIZACIÓN	Habitación	X		X		
	Sala curas	X		X		
CONSULTAS EXTERNAS	Consulta	X		X		
LABORATORIOS	Laboratorio				X	

6.5. Mantenimiento

La instalación y mantenimiento de los tanques de almacenamiento, así como los dispositivos productores de mezclas o generadores de aire medicinal, por norma general son responsabilidad del laboratorio gasista o del proveedor de gases.

No obstante, será el propio hospital el responsable de cumplir el marco normativo vigente, con un sistema de revisiones detallado y reglamentado que genere la documentación de registros que permitan la trazabilidad de la instalación.

Por lo que respecta al mantenimiento preventivo, consistirá en verificar la instalación de manera periódica sin esperar averías, detectando las desviaciones, sustituyendo materiales por conocimiento de su duración de vida teórica o porque se note un desgaste.

El mantenimiento correctivo consistirá en dar respuesta urgente a cuantas averías puedan producirse en las instalaciones, con el fin de que estas puedan funcionar lo antes posible.

7. Sistemas contraincendios

7.1. Introducción

En este apartado se describen, de forma básica, los sistemas de protección contra incendios de un edificio hospitalario.

El incendio es uno de los riesgos más frecuentes de los asociados al uso cotidiano de un edificio.

Analizar este riesgo precisa en primer lugar conocer su naturaleza y origen, decidir sobre los niveles de riesgo aceptables, tomar medidas para minimizar estos niveles, para que en caso de que se manifieste el incendio poder aplicar los sistemas y medidas para mitigarlo.

Estos sistemas y medidas de protección contra incendios tienen por objeto:

- Proteger a las personas, así como los inmuebles, bienes y edificios próximos.
- Facilitar las intervenciones que desde el exterior se puedan realizar para actuar con mayor seguridad y rapidez para la extinción de un incendio.

7.2. Normativa

a) Código técnico de la edificación, documento básico de seguridad en caso de incendio CTE DB-SI, según Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

Especifica las condiciones a cumplir en los edificios en materia de compartimentación, medios contra incendios, y medios de evacuación.

b) Código técnico de la edificación, documento básico seguridad de utilización y accesibilidad CTE DB-SUA, según Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

Especifica las condiciones de los elementos constructivos, como dimensionado de escaleras, rampas, etc., para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños en su uso.

c) Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), según Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre.

Regula las condiciones de instalación y mantenimiento de los medios de protección contra incendios. Define, asimismo, la figura del instalador limitando sus competencias.

d) Ley 3/2010, de 18 de febrero, de Prevención y Seguridad en Materia de Incendios en Establecimientos, Actividades, Infraestructuras y Edificios.

Regula las competencias de las administraciones públicas en materia de prevención y seguridad contra incendios.

e) Decreto 82/2010, de 29 de junio, por el que se aprueba el Catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección, y se fijan los contenidos de estas medidas.

Regula qué establecimientos han de disponer de un plan de autoprotección y el contenido del mismo.

Normativa de ámbito sectorial y ordenanzas municipales complementan la normativa relacionada.

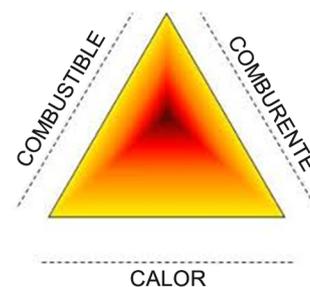
7.3. Origen de los incendios y naturaleza del fuego

Las principales causas fortuitas que pueden llegar a originar un incendio se pueden dividir en cuatro grupos:

- **Naturales:** rayos, autocombustión, etc.
- **Eléctricas:** chispas, cortocircuitos, electricidad estática, etc.
- **Térmicas:** calderas, hornos, superficies calientes, etc.
- **Orígenes varios:** reacciones exotérmicas, rozamientos, etc.

La generación de un incendio precisa la concurrencia simultánea de tres factores, conocidos como el triángulo del fuego:

- **Combustible:** Cualquier sustancia capaz de arder. Se puede encontrar en cualquiera de los tres estados (sólido, líquido, gas).
- **Comburente:** Elemento en cuya presencia el combustible puede arder. El oxígeno se considera el más común.
- **Calor o energía de activación:** Energía necesaria para iniciar la combustión, producida por alguna de las causas indicadas anteriormente.



Todas las medidas preventivas para evitar la generación de un incendio se basan en la reducción de uno o más de los factores indicados.

- **Combustible:** Reducción y confinamiento de la carga de fuego. La normativa limita las dimensiones de los locales en función de su uso y carga de fuego, para minimizar el riesgo y evitar la propagación de un incendio a otros locales.
- **Comburente:** Únicamente se puede eliminar o reducir su presencia mediante agentes extintores.
- **Calor o energía de activación:** Por enfriamiento del combustible. Se debe separar cualquier fuente de calor de los materiales combustibles.

7.4. Tipologías de sistemas de protección contra incendios

Los sistemas de protección contra incendios se dividen en:

a) Sistemas pasivos

Actúan impidiendo la propagación del fuego por el edificio mediante elementos integrados en la arquitectura del edificio y en las instalaciones.

- Puertas y paredes resistentes al fuego.
- Compuertas cortafuegos instaladas en los conductos de ventilación.
- Collarines intumescentes instalados en las conducciones de material plástico.
- Revestimientos de paredes con materiales ignífugos que dificulten la combustión.
- Sistemas de detección y alarma de incendios.

b) Sistemas activos

Una vez iniciado el fuego, su control, en la medida de lo posible, se realiza mediante los medios contra incendios, entre los que se disponen:

- Extintores portátiles
- Boca de incendios equipada (BIE)
- Sistema automático de extinción de incendios
- Columna seca
- Hidrantes

De estos medios, los que utilizan el agua como agente extintor requieren la implantación de un sistema de abastecimiento de agua.

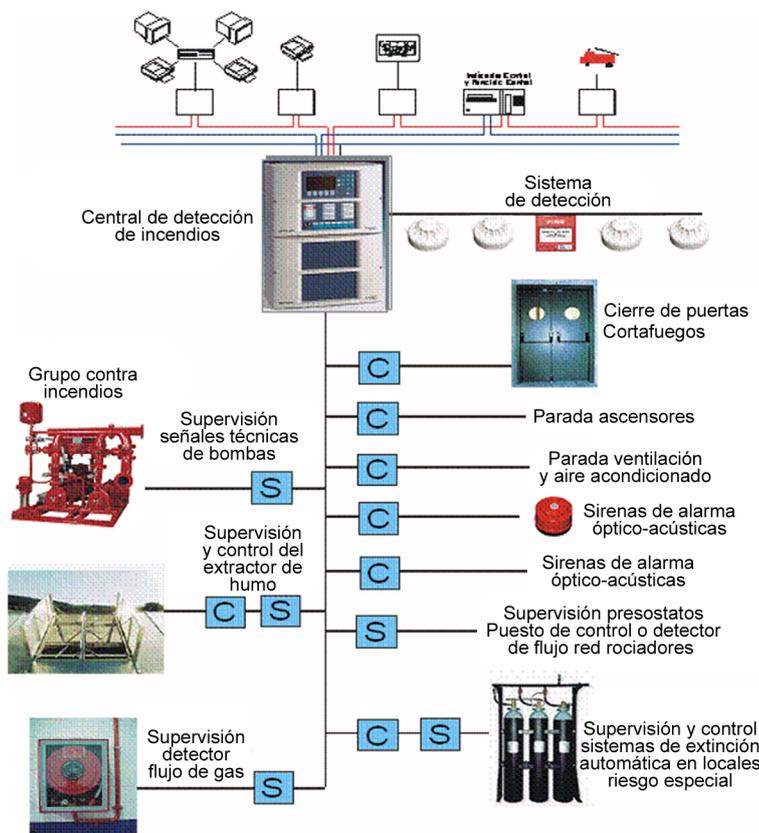
7.5. Sistemas de detección y alarma

El objeto de esta instalación es comunicar un posible conato de incendio, con el fin de poner en marcha las medidas de protección que impidan su desarrollo y propagación.

La comunicación se realiza de forma automática por los detectores, o de forma manual activando los pulsadores de alarma repartidos por las zonas comunes del hospital

La activación de alguno de estos elementos implica la transmisión de una señal a la central de incendios. Esta central será la encargada de dar las órdenes que han sido programadas, a los elementos o instalaciones para evitar la propagación del incendio. Activará los sistemas de aviso (sirenas, megafonía), realizará el paro de los sistemas de ventilación, pondrá en funcionamiento los sistemas de desenfumado de las vías de evacuación, activará sistemas de extinción automática, etc.

En el siguiente esquema se indican, de forma básica, las actuaciones de una central de incendios.



Se describen a continuación las características de los principales elementos que componen esta instalación.

a) Detectores

Elemento capaz, en función de su tipología, de detectar cualquiera de las fases del fuego: humo, calor y llamas.

La tipología del detector a instalar depende del uso al que se destina la sala donde se ubicará. Se diferencian los siguientes tipos básicos:

- **Ópticos de humo.** Se utilizan donde pueden existir fuegos latentes o de evolución lenta, como es el caso de almacenes.



- **Térmicos o termovelocimétricos.** Se instalan donde pueda presentarse una acumulación rápida de calor, como es el caso de aparcamientos.



- **Multisensor óptico-térmico.** Contienen dos sensores independientes, uno óptico de humos y otro térmico.



- **De llama, por infrarrojos.** Se emplean para detectar llamas. Indicados especialmente para fuegos sin humo causados por líquidos y gases.



La ubicación de estos elementos es de forma superficial en el techo, evitando estar demasiado próximos a las paredes, y repartidos por el local en número suficiente en función del alcance indicado por el fabricante y normativa.

Existen otras tipologías, como por ejemplo detectores lineales, que aquí no se analizan por no ser habituales en el uso hospitalario.

b) Pulsadores de alarma

Tienen por objeto dar un aviso rápido a la central de incendios si un usuario del edificio detecta un fuego. De esta manera, se podrá tener una alarma del fuego localizada, que en algunos casos puede ser un aviso anticipado al que nos puede dar el sistema automático.

Los criterios de instalación de estos elementos son: ubicados en los recorridos de evacuación, a una distancia entre ellos no superior a 25 metros, a menos de 5 metros de las puertas de salida del edificio y de cambio de sector de incendios, y a una altura sobre el suelo de entre 1,2 y 1,5 metros.

c) Central de detección y alarma de incendios

Es el elemento principal de la instalación. En ella se reportan y gestionan todas las señales de los elementos de campo de la instalación.

En funcionamiento normal o de vigilancia, la central de incendios va realizando un protocolo de consulta a todos los elementos que comprenden la instalación, supervisando su estado y analizando los diferentes parámetros en los que se encuentran, estando en alerta permanente para cualquier tipo de alarma, avería o desconexión.

Debe disponer de baterías para garantizar un funcionamiento autónomo en caso de fallo del suministro eléctrico.

Su ubicación dependerá de la disponibilidad de un centro de vigilancia o control de seguridad, en cuyo caso se instalará en este, bajo vigilancia permanente. De no disponerse de este recinto, se ubicará en las proximidades al acceso del edificio, o en un lugar donde se prevea la presencia habitual de personal, como por ejemplo, recepción, admisiones, etc.

Habitualmente, y para reducir los tiempos de reacción de los equipos externos de extinción de incendios, las centrales de alarmas de los hospitales están conectadas con la central receptora de alarmas (CRA) del parque de bomberos más próximo.

7.6. Sistemas de extinción

Una vez se ha iniciado un fuego, el personal del edificio, en primera instancia, y con la ayuda de los sistemas de extinción, serán los encargados de controlar, evitar la propagación y sofocar el fuego.

Estos sistemas de extinción se dividen en dos grupos:

- **Manuales:** Siendo los extintores los más comunes.
- **Fijos:** Bocas de incendio, columnas secas, hidrantes e instalaciones de detección y extinción automáticas.

7.6.1. Extintores portátiles

Indicados para sofocar pequeños incendios o conatos de incendio debido a su poca capacidad.

Concebidos para ser transportados a mano los de peso inferior a 20 kg. Los equipos de peso superior se disponen con ruedas para su transporte.

Los hay de diferente tipología en función del agente extintor. Los más habituales son:

- **Polvo polivalente ABC:** El polvo polivalente o antibrasa está formado por sales metálicas. En presencia del fuego, estas sales forman una costra que impide la llegada de oxígeno hasta el sólido combustible. Además, consigue eliminar los rescoldos de brasas que hayan podido formarse.



- **Anhídrido carbónico (CO₂):** El anhídrido carbónico es un gas inerte, incoloro, inodoro, más pesado que el aire y que no es conductor de la electricidad, razón por la cual no perjudica a la maquinaria ni a las instalaciones, por muy delicadas que resulten. Este tipo de extintor es aconsejable para los equipos electrónicos delicados y cuadros eléctricos.



- **Extintor de agua pulverizada o chorro.** El agua puede ser proyectada de manera pulverizada en gotas o en chorro. Este tipo de extintor es efectivo para combustibles sólidos.



En la siguiente tabla se indican las diferentes clases de fuego y el tipo de extintor más adecuado para cada uno de ellos:

Agente extintor	Clase de fuego				
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Materiales especiales)	E (Eléctricos)
Agua pulverizada	(2) Muy adecuado	Aceptable			
Agua a chorro	(2) Adecuado				
Polvo BC (Convencional)		Muy adecuado	Adecuado		Adecuado
Polvo ABC (Polivalente)	Adecuado	Adecuado	Adecuado		Adecuado
Polvo específico metales				Adecuado	Muy adecuado
Espuma física	(2) Adecuado	Adecuado			Aceptable
Anhídrido carbónico (CO ₂)	(1) Aceptable	Aceptable			

Notas: (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse "Adecuado". (2) En presencia de tensión eléctrica, no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma, el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Los extintores se designan por su eficacia frente a cada clase de fuego mediante una nomenclatura compuesta por un número y una letra. El número especifica el tamaño del fuego del ensayo y la letra, la clase de fuego. Por ejemplo, 21A-113B, que corresponde a extintor de polvo de 6 kg de capacidad.

Su instalación debe cumplir los siguientes parámetros: colocados sobre soportes fijos en paramentos verticales con su parte superior como máximo a 1,70 m del suelo, y disponiéndose a una distancia inferior a 15 m de todo origen de evacuación.

7.6.2. Boca de incendios equipada (BIE)

La BIE es un sistema eficaz en la fase inicial de un fuego o incendio.

Su instalación es de forma fija sobre pared con conexión a una red de abastecimiento de agua **exclusiva** para uso contra incendio.

Existen dos tipos de bocas de incendio, las denominadas BIE- 45 (manguera de 45 mm de diámetro) que requieren personal formado para su utilización y las BIE-25 (manguera de 25 mm de diámetro) que no requieren personal con formación.

Por el riesgo y tipo de usuario, las bocas de incendio BIE-25 son las que deben instalarse en los centros hospitalarios.

Características principales de **BIE de 25 milímetros de diámetro**:

- Indicada para fuegos de dimensiones reducidas.
- Manguera semirrígida, por lo que no requiere el despliegue de su totalidad para ser utilizada.
- Caudal de 100 l / min. (6 m³/h).

De forma genérica, se instalarán cumpliendo los siguientes parámetros: en número suficiente para que la distancia desde cualquier punto de un local hasta una de ellas no sea superior a 25 m, con una distancia entre ellas no superior a 50 metros, a menos de 5 metros de las puertas de salida del edificio y de cambio de sector de incendios, y con su centro a una altura sobre el suelo de un máximo de 1,5 metros.



7.6.3. Sistema automático de extinción de incendios

Rociadores automáticos de agua o *sprinklers*

Los sistemas de rociadores automáticos de agua o *sprinklers* están concebidos para detectar un conato de incendio, y apagarlo por ellos mismos.

La instalación, de forma resumida, se compone de: sistema de abastecimiento de agua, puesto de control, redes de tuberías y cabeza rociadora.

Los rociadores son dispositivos termosensibles que reaccionan a una temperatura predeterminada. Solamente actúan los rociadores que se encuentran cerca del incendio, pues son activados por el calor del mismo, liberando de manera automática una lluvia de agua sobre la parte afectada por el fuego. El paso del agua a través del puesto de control del sistema pone en marcha una alarma de incendios.



Extinción automática por gas

Se trata de una instalación, similar en concepto a la anterior, en la que se utiliza un determinado gas como agente extintor.

Estos sistemas se hallan básicamente constituidos por: baterías de botellones con agente extintor, red de tuberías de distribución, boquillas de descarga, sistema automático de detección y central de extinción que controla la puesta en funcionamiento del sistema.

En un área protegida por esta instalación se dispone de una doble detección de incendios. La activación de un detector genera una prealarma. La activación de un segundo detector envía una señal a la central de extinción, la cual da la orden de disparo del agente extintor. Se dispone de un periodo de tiempo para anular o activar manualmente la extinción mediante los pulsadores situados junto al acceso al local.

Se trata de agentes extintores no conductores de la electricidad, por lo que no afectan a los equipos eléctricos, siendo utilizados en salas de equipamiento informático (CPD), centralitas telefónicas, cuadros eléctricos, etc.

Existen diferentes tipos de instalación según el agente extintor utilizado:

- **Hidrocarburos halogenados:** Gases derivados de los halógenos: flúor, bromo, yodo. Actúan por enfriamiento, y a las concentraciones requeridas no son peligrosos para las personas, por lo que se utilizan en locales con ocupación.
- **Gases inertes:** Mezcla de gas argón, nitrógeno y dióxido de carbono. Actúan al reducir el contenido de oxígeno por debajo de la concentración requerida para la combustión. Aun así, la mezcla resultante permite la respiración humana, ya que al incrementarse el nivel de dióxido de carbono se incrementa el ritmo respiratorio y la capacidad del cuerpo humano de absorción del oxígeno, contrarrestando el bajo nivel de este en el ambiente. Es por tanto utilizable en locales ocupados.
- **Anhídrido carbónico:** Se trata de un gas limpio y barato, adecuado para la mayoría de los materiales combustibles, y recomendado para fuegos de

tipo eléctrico. No debe utilizarse en áreas normalmente ocupadas, al ser un gas que desplaza el oxígeno y que por tanto provoca la asfixia.

Agua nebulizada

Sistema de extinción automática por agua a alta presión, propulsada por un gas (aire comprimido o nitrógeno).

Corresponde a un sistema análogo al de extinción por gas, tanto por su funcionamiento como por tipología de instalación.

La extinción del incendio se consigue por: enfriamiento del combustible por absorción del calor al vaporizarse el agua, atenuación de la transmisión de calor, y desplazamiento del oxígeno en el foco del fuego por efecto de la evaporación.

7.6.4. Columna seca

Instalación de uso exclusivo de bomberos, que, como indica su nombre, en condiciones normales no se halla en carga.

Se debe disponer de esta instalación en los hospitales con altura de evacuación superior a 15 m.

Se dispondrá de una “toma en fachada” de edificio, o en zona fácilmente accesible a bomberos, “toma de salida” instaladas en las plantas pares hasta la octava y a partir de esta, en todas las plantas.



Toma en fachada



Toma de salida

Su función es que los bomberos puedan conectar los camiones cisterna a la toma de fachada cargando de esta forma la columna con agua y, posteriormente, conectar mangueras en los diferentes pisos para atacar con ellas el incendio.

De esta forma esta instalación actúa como complementaria de los camiones cisterna de los bomberos.

7.6.5. Hidrantes

Instalación que se encuentra en el exterior de los edificios con la finalidad de suministrar agua a mangueras y a camiones cisterna de bomberos.

A diferencia de la columna seca, habitualmente se hallan en carga para poder aportar agua a los bomberos de forma inmediata.

Conceptualmente y de forma resumida, cabe indicar que una instalación de hidrantes está compuesta por una fuente de abastecimiento de agua, válvula de corte, conexión para manguera y mangueras.

El número y la ubicación de hidrantes que debe disponerse en la zona del edificio a proteger será tal que cualquier punto de las fachadas a nivel de rasante deberá encontrarse a menos de 100 m de uno de ellos.

Tipos de hidrantes

a) **Hidrantes columna húmeda.** Aquellos en los que el agua no está retenida por debajo del nivel del suelo. Se instalan cuando no se prevé riesgo de heladas.

b) **Hidrantes columna seca.** Aquellos en los que el agua está retenida por debajo del nivel del suelo. Se instalan cuando se prevé riesgo de heladas, para evitar que la instalación quede fuera de servicio.

c) **Hidrantes enterrados.** Instalados en interior de arqueta bajo rasante.



7.6.6. Abastecimiento de agua contra incendios

Para el abastecimiento de agua debe disponerse un aljibe de capacidad suficiente para alimentar las instalaciones durante 2 horas, mediante grupo de bombeo.

Por lo habitual el aljibe y sala de bombeo se encuentran situadas en los sótanos o piso más bajo del edificio.

Los grupos de bombeo contra incendios están compuestos por:

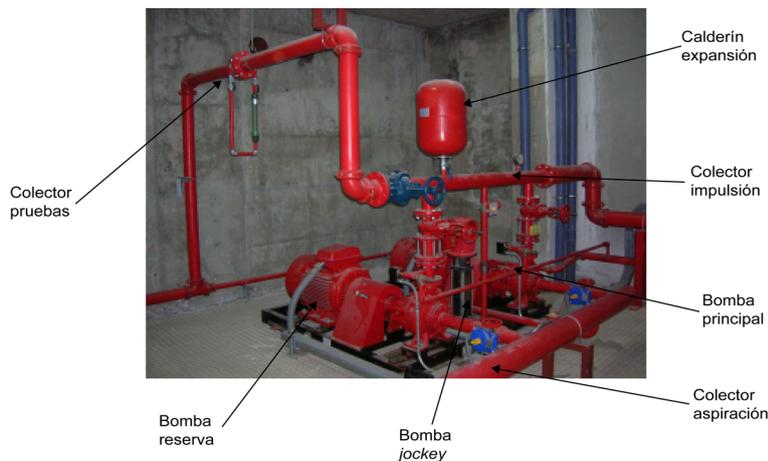
- Una electrobomba “jockey”
- Una bomba principal
- Una bomba auxiliar
- Cuadro eléctrico de señalización, control, maniobra y alarma

La **electrobomba jockey** se utiliza para mantener presurizada la instalación compensando las pequeñas fugas, para evitar la puesta en marcha accidental de la bomba principal.

La **bomba principal** se pondrá en marcha en caso de incendio, debido a la disminución de presión ocasionada al actuar los sistemas de seguridad (bocas de incendio, rociadores automáticos, o hidrantes), y solo podrá pararse de manera manual.

La bomba auxiliar deberá tener las mismas características hidráulicas que la bomba principal, independientemente de la fuente de energía del motor, ya sea eléctrico o diesel.

En la imagen se pueden ver los principales componentes de un grupo de bombeo.



7.7. Sectorización y evacuación

El fuego y, sobre todo, el humo que se produce en un incendio son uno de los riesgos más severos que pueden afectar al funcionamiento de un centro sanitario.

Debe tenerse en cuenta que los usuarios de un hospital en muchos casos no se pueden valer por ellos mismos e incluso frecuentemente no se les puede desplazar de las zonas de tratamiento, bien por su delicada situación, bien porque están recibiendo un tratamiento que no puede ser interrumpido.

Por esta razón, un hospital se considera como no evacuable en el sentido estricto de abandonar el edificio en un corto espacio de tiempo y sin preaviso, como suele ocurrir en un incendio declarado. Así, todas las medidas de actuación que se adoptarán para la evacuación de pacientes lo serán en el sentido de planificar evacuaciones horizontales dentro de una misma planta y sin abandonar el edificio.

Es por tanto fundamental realizar una correcta compartimentación en sectores de incendio que permita realizar esta evacuación de forma rápida y segura.

A estos efectos, la normativa vigente indica la obligatoriedad de compartimentar mediante elementos resistentes al fuego aquellas áreas con un riesgo especial de incendio, como almacenes, cuadros eléctricos, cocinas, lavanderías, para evitar que un incendio en esos locales afecte a otras áreas.

En el caso de las áreas ocupadas por pacientes, la normativa prevé que las plantas de hospitalización y las unidades especiales (quirófanos, UCI, etc.) se compartimenten como mínimo en dos sectores de incendio separados mediante elementos resistentes al fuego.

En caso de incendio en uno de los sectores de hospitalización o tratamiento, se desplazará a los pacientes y personal que se encuentra en el sector siniestrado al sector contiguo, donde permanecerán durante el tiempo necesario para que se controle y sofoque el incendio, o bien hasta que se ordene la evacuación a otro sector contiguo.

Únicamente en caso de no poder controlar el incendio se procedería a la evacuación del hospital, primero hacia las plantas inferiores próximas a la salida y a continuación hacia el exterior del hospital si la situación lo precisa.

El hospital debe disponer de un plan de autoprotección en el cual se especificarán los protocolos de actuación para realizar la evacuación en caso de emergencia.

7.8. Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios seguirán las pautas de mantenimiento y periodicidades indicadas por el reglamento indicado en el apartado de normativa.

Las operaciones con periodicidad anual o superior las deberá realizar obligatoriamente el personal de una empresa mantenedora autorizada. El resto de operaciones las puede realizar el personal técnico de mantenimiento del hospital.

De forma resumida, las operaciones de mantenimiento consisten en:

- Revisión visual de las instalaciones.
- Limpieza de las instalaciones.
- Sustitución de los elementos defectuosos o deteriorados.
- Comprobación del correcto funcionamiento.

8. Gestión centralizada de instalaciones

8.1. Conceptos generales

Denominamos gestión centralizada de instalaciones o BMS (*building management system*) a aquellos sistemas que nos permiten gestionar y supervisar las diferentes instalaciones existentes en un edificio de forma integrada, para conseguir las condiciones de funcionamiento deseadas en cada momento de forma eficiente y precisa, y que en caso de problemas en las instalaciones, envíen las correspondientes alarmas para que el servicio de mantenimiento tome conciencia del problema y actúe adecuadamente.

A medida que los sistemas han ido evolucionando, y también gracias a los avances de la electrónica y las comunicaciones, es posible interrelacionar las diferentes instalaciones que coexisten en el edificio, de forma que desde un único centro de gestión podamos controlar todo: climatización, iluminación, incendios, gases, accesos, CCTV, etc.

En grandes instalaciones, como es el caso de los edificios sanitarios, la tendencia actual es estandarizar los protocolos de comunicación en el nivel de gestión, para integrar directamente los sistemas existentes en la instalación dentro de un único sistema de gestión.

Resumidamente, con una gestión centralizada se realizan las siguientes funciones:

- La supervisión y el control de los equipos.
- Adaptar el funcionamiento de las instalaciones a las necesidades.
- Obtener información objetiva e instantánea de las instalaciones.
- Gestionar las alarmas de la instalación.
- Disponer de un registro histórico de datos.

Todas estas funciones nos deben permitir:

- Optimizar el funcionamiento de las instalaciones.
- Optimizar los consumos de energía.
- Optimizar los costes de conducción y mantenimiento.
- Aportar prestaciones complementarias, fundamentalmente mejorar la calidad del servicio de las instalaciones.

8.2. Arquitectura del sistema

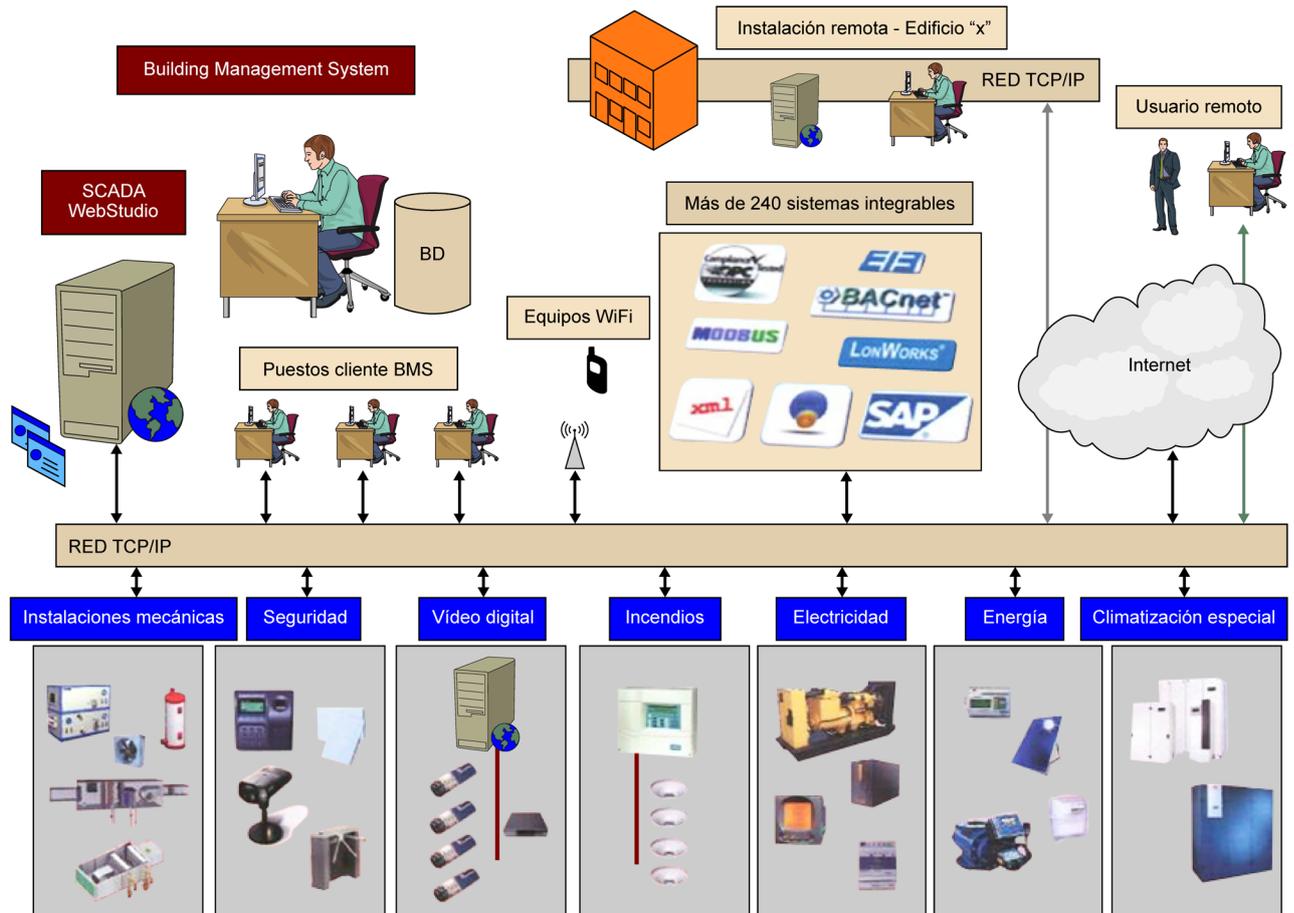
La arquitectura corresponde a una red de comunicaciones a la que se conectan directamente los diferentes elementos del sistema (controladores, sensores, ordenadores, etc.). Así, el sistema dispone de:

- Un conjunto de controladores (sondas, válvulas, contadores, etc.), que estarán dimensionados para realizar las funciones de regulación y control de las instalaciones (temperatura, presión, tensión, niveles, etc.), e irán colocados en el interior de cuadros eléctricos de control.
- Un centro de control, para la supervisión y gestión de las instalaciones, constituido por un PC que irá conectado a la red de comunicaciones. Las funciones del ordenador son de visualización y registro de las informaciones de cada sistema.
- Conexión a la red de comunicaciones del hospital, para permitir la utilización de cualquier PC conectado a la red como lugar de supervisión.

En cuanto al acceso y manipulación del sistema, se permitirá la conexión remota de usuarios a través de internet, siempre garantizando la seguridad del acceso y manteniendo los privilegios de los usuarios.

La arquitectura de los controladores será ampliable para permitir futuras mejoras o incorporación de nuevos elementos a gestionar.

Arquitectura típica del sistema



8.3. Instalaciones a gestionar

El sistema de gestión centralizada se encarga de la monitorización y control de todos los servicios técnicos de un hospital. Los servicios a gestionar son:

- Climatización y ventilación de todas las salas y locales
- Producción de agua fría y caliente
- Agua caliente sanitaria
- Central agua descalcificada
- Grupos de presión de incendios
- Grupos de presión de agua sanitaria
- Depósito de agua
- Consumos térmicos
- Estación transformadora
- Cuadros eléctricos principales (QGBT)
- Grupos electrógenos
- Iluminación zonas comunes
- Consumos eléctricos
- Acometida eléctrica
- Gases medicinales
- Aire comprimido medicinal
- Ascensores

- Equipos de transporte neumático
- Sistema detección incendios
- Sistema control de accesos
- Equipos esterilizadores
- Cámaras frigoríficas cocina
- Neveras y congeladores laboratorios e investigación
- Otros sistemas

8.4. Estrategias de funcionamiento para mejorar la eficiencia energética

La correcta implementación y mantenimiento de un sistema de gestión centralizada reduce el consumo energético del hospital.

Dado que la demanda energética es cada vez más elevada en general, se habla de eficiencia energética como el modo para poder conseguir el máximo rendimiento con el mínimo consumo posible. Es necesario, casi imprescindible, que el sistema de control de la instalación tenga en cuenta de forma principal el consumo energético.

En líneas generales podemos concretar que los sistemas de climatización e iluminación son los responsables del 60-90% del consumo energético en todos los tipos de edificios. Es por tanto en estos dos sistemas donde deberemos actuar principalmente para disminuir el consumo.

Distribución aproximada del consumo por tipo de instalación:

Climatización (ACS + Calefacción + Refrigeración)	40-60%
Iluminación	20-30%
Otros (Cocina + Lavandería + Ascensores + ...)	10-15%

Entre las distintas medidas que se adoptan para disminuir el consumo de los sistemas de climatización e iluminación, las más importantes son las que se enumeran a continuación y deberán estar contempladas en el sistema de gestión centralizada:

- Ajuste correcto de la temperatura de consigna: variar en 1°C la temperatura de consigna implica un consumo energético adicional de un 7%.
- Cambio automático de temperatura de consigna según programación horaria o periodos de ausencia/presencia. De ese modo aseguramos que en todo momento estamos climatizando según las necesidades reales.
- Aprovechamiento de la luz natural. La iluminación debe regularse adecuadamente en función de la cantidad de luz natural en las salas.

- Conexión y desconexión de luces según estados de presencia / ausencia de personas. No es necesario iluminar pasillos al 100% si nadie circula por ellos.
- Temporización automática de la iluminación exterior. A partir de determinada hora de la noche, no es necesario.

8.4.1. El mantenimiento de sistemas para una eficiencia energética sostenida

Como es bien sabido, en las instalaciones en general existen tres tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. El mantenimiento correctivo es el encargado de reparar los elementos una vez están averiados. El mantenimiento preventivo es el encargado de realizar inspecciones periódicas de las instalaciones, verificando que el funcionamiento es el correcto y detectando los fallos en su fase inicial antes de que se produzca una avería. El mantenimiento predictivo es aquel que detecta los fallos antes de que sucedan, para dar tiempo a corregirlos sin perjuicios al servicio. Para ello se utilizan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

En el caso de la gestión centralizada de instalaciones, deberemos evitar en la medida de lo posible el mantenimiento correctivo, puesto que este tipo de mantenimiento implica generalmente un paro de la instalación, con los consiguientes problemas que ello conlleva en un hospital.

Por lo tanto, deberemos aplicar técnicas de mantenimiento preventivo de modo que las tareas de mantenimiento se puedan realizar de la forma más planificada posible y con la menor afectación de la instalación.

Con los avances que se están consiguiendo en los software de gestión centralizada de las instalaciones, cada vez más se está imponiendo la telegestión (gestión de la instalación vía web) para realizar las tareas de seguimiento del mantenimiento preventivo y predictivo, ya que dichos programas de gestión nos informan de posibles incidencias (filtros sucios, temperaturas de consigna incorrectas, etc.) que nos permitirán planificar eficientemente un mantenimiento preventivo, así como de los tiempos de funcionamiento de los diferentes elementos (bombas, ventiladores,...) que nos permitirán realizar un correcto mantenimiento predictivo.

