



**Soluciones tecnológicas y conocimiento para la mejora de la calidad del  
aire interior y prevención de enfermedades en hospitales**

## **E4.1 Guía para el correcto uso de los sistemas de climatización y ventilación y propuesta de acciones correctoras**

Nivel de Confidencialidad

**Público** / Interna

| Información del Documento |          |                         |          |
|---------------------------|----------|-------------------------|----------|
| Paquete de trabajo        | PT4      | Tarea                   | T4.2     |
| Responsable del paquete   | ITC-AICE | Responsable de la tarea | ITC-AICE |

## Contenido

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Objetivos .....                                                               | 3  |
| 2. Antecedentes y contexto .....                                                 | 3  |
| 3. Sistemas de climatización y ventilación en hospitales.....                    | 4  |
| 3.1. Descripción de los principales sistemas de climatización y ventilación..... | 4  |
| 3.1.1. Filtración del aire en hospitales .....                                   | 5  |
| 3.1.2. Calefacción y refrigeración.....                                          | 7  |
| 3.1.3. Humidificación.....                                                       | 7  |
| 3.1.4. Ventilación.....                                                          | 7  |
| 3.1.5. Distribución del aire: conductos y difusores .....                        | 9  |
| 4. Recomendaciones .....                                                         | 10 |
| Filtración.....                                                                  | 10 |
| Calefacción y refrigeración.....                                                 | 10 |
| Humidificación .....                                                             | 11 |
| Ventilación y Renovación de aire .....                                           | 11 |
| Distribución del aire .....                                                      | 11 |
| Diseño óptimo de una UTA .....                                                   | 11 |
| 5. Bibliografía .....                                                            | 13 |

## 1. Objetivos

El objetivo principal del proyecto Breathing Well es el diseño de una herramienta para el control y predicción de la calidad del aire interior (CAI) en hospitales, que facilite la toma de decisiones en tiempo real y la optimización energética de los sistemas de climatización.

En el marco de este proyecto, se ha establecido la elaboración de una guía para el correcto uso de los sistemas de climatización y ventilación y propuesta de acciones correctoras dentro del PT4: Diseño y desarrollo de un sistema de control y predicción de la CAI en espacios hospitalarios.

## 2. Antecedentes y contexto

La CAI en hospitales es un aspecto crucial para proteger la salud y el bienestar tanto de los pacientes como del personal sanitario. Dado que en estos entornos se encuentran personas especialmente vulnerables, asegurar un ambiente libre de contaminantes es esencial para prevenir complicaciones respiratorias e infecciosas. Los hospitales, principalmente aquellos ubicados en zonas urbanas con alto tráfico están expuestos a contaminantes externos, como partículas finas (PM2.5, partículas de menos de 2,5  $\mu\text{m}$ ) y ultrafinas (o nanopartículas, de tamaño inferior a 100 nm), que pueden infiltrarse en los edificios a través de sistemas de ventilación inadecuados o en mal estado, afectando a la salud de las personas. Sin embargo, en la revisión bibliográfica realizada se observa que la afección de la fracción fina y ultrafina del material particulado en la CAI en entornos hospitalarios no ha sido un contaminante muy estudiado.

No obstante, cerca de un 7% de las hospitalizaciones dan lugar a una infección nosocomial, y la infección quirúrgica representa el 14% de las infecciones nosocomiales. Además, queda demostrado en estudios científicos que:

1. La presencia de partículas en suspensión está relacionada con un incremento de concentración de microorganismos en suspensión.
  - a. Parat, S., Perdrix, A., Mann, S., & Baconnier, P. (1999). *Contribution of particle counting in assessment of exposure to airborne microorganisms. Atmospheric Environment*, 33(6), 951-959.
2. La presencia de microorganismos en suspensión se relaciona con una mayor incidencia de infecciones nosocomiales:
  - a. Edmiston, C. E., Sinski, S., Seabrook, G. R., Simons, D., & Goheen, M. P. (1999). *Airborne particulates in the OR environment. AORN journal*, 69(6), 1169-1183.
  - b. Dürmaz, G., Kiremitçi, A., Akgün, Y., Oz, Y., Kaşifoğlu, N., Aybey, A., & Kiraz, N. (2005). *The relationship between airborne colonization and nosocomial infections in intensive care units. Mikrobiyoloji bulteni*, 39(4), 465-471.

Además, la pandemia de COVID-19 subrayó aún más la importancia de contar con una ventilación adecuada y sistemas de filtración de aire eficientes en los centros sanitarios. La propagación del virus por aerosoles en ambientes mal ventilados destacó la necesidad de un control riguroso de la calidad del aire. Durante la pandemia, muchos hospitales adoptaron medidas adicionales, como la instalación de filtros HEPA y la optimización de sus sistemas de ventilación y extracción, para reducir la transmisión del virus. Estas experiencias han

demostrado que mantener los sistemas de climatización y ventilación en condiciones óptimas no solo ayuda a prevenir la diseminación de enfermedades infecciosas, sino que también reduce la exposición a contaminantes atmosféricos provenientes del exterior.

En este sentido, la experimentación realizada en el marco del proyecto ha demostrado que los sistemas de climatización y ventilación con un mal diseño y/o un mantenimiento no adecuado, presentan eficacias muy bajas en la filtración de determinados contaminantes, siendo uno de los más significativos las partículas, lo que provoca una acumulación en el interior de las estancias, especialmente durante las horas pico de tráfico. Además, se ha observado un incremento considerable en los niveles de CO<sub>2</sub> en áreas con alta ocupación, como salas de espera y espacios comunes, lo que indica una ventilación insuficiente en dichos espacios.

Con el fin de ofrecer soluciones eficaces a los hospitales para mejorar y asegurar una buena CAI, la presente guía aborda una descripción de los principales sistemas de climatización y ventilación implementados en hospitales, así como recomendaciones claras para su mantenimiento y mejora.

Para la elaboración de este documento se han seguido las pautas de documentos ya existentes, enumerados en el apartado de Bibliografía.

### 3. Sistemas de climatización y ventilación en hospitales

#### 3.1. Descripción de los principales sistemas de climatización y ventilación

La climatización y ventilación de la mayoría de las salas de los hospitales viene dada por Unidades de Tratamiento de Aire (en adelante UTAs). Estos equipos aportan aire procedente del exterior, tratado térmicamente y filtrado, al interior de los espacios hospitalarios.

De forma general, a continuación, se describen las principales partes que conforman las UTAs:

- **Filtración.** Se encarga de eliminar partículas y contaminantes del aire exterior para mejorar la calidad del aire interior
- **Calefacción y refrigeración.** Varía la temperatura del aire a partir de intercambiadores de calor.
- **Humidificación y deshumidificación.** Se ocupa de ajustar los niveles de humedad del aire para alcanzar los niveles óptimos de confort, a través de humidificadores y deshumidificadores integrados.
- **Ventilación y renovación de aire.** Se encarga de asegurar una entrada continua de aire del exterior y de expulsar el aire interior no apto.
- **Distribución del aire.** Distribuyen uniformemente el aire tratado a través de conductos a diferentes zonas o habitaciones en un edificio a través de una serie de ventiladores.

A nivel nacional e internacional, existe normativa de referencia donde se exponen los criterios de diseño para las UTAs, como la que se detalla a continuación:

- UNE 100713:2005. Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
- ANSI/ASHRAE/ASHE 170-2021. Ventilation of Health Care Facilities.
- NF S90-351:2013. Health care institutions - Controlled environment areas - Requirements for airborne contamination control

### 3.1.1. Filtración del aire en hospitales

La filtración del aire en el ámbito hospitalario es un factor de gran relevancia que requiere unas especificaciones adecuadas al usuario y actividad propias de cada entorno hospitalario. Por ejemplo, en las operaciones quirúrgicas, se necesitan filtros con una alta eficacia (filtros HEPA) para evitar la transmisión de enfermedades nosocomiales.

A nivel internacional y nacional existen diversas normas (Tabla 1) que clasifican los filtros en función del tamaño de partícula que retienen y de la eficacia de filtración. A pesar de que la norma UNE EN 779 se encuentra obsoleta, y se ha sustituido por la ISO 16890, en determinados sectores todavía sigue utilizándose.

*Tabla 1 Normas vigentes para la clasificación de filtros.*

| EN 779         | ISO 16890              | ASHRAE MERV | EN 1822        | Tamaño de partículas retenidas     |
|----------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------------------|
| <b>G1</b>      | -                      | MERV 1-4    | -              | >10 µm (partículas gruesas)        |
| <b>G2</b>      | -                      | MERV 1-4    | -              | >10 µm (partículas gruesas)        |
| <b>G3</b>      | ISO Coarse (>80% PM10) | MERV 5-6    | -              | >10 µm (partículas gruesas)        |
| <b>G4</b>      | ISO Coarse (>90% PM10) | MERV 5-6    | -              | >10 µm (partículas gruesas)        |
| <b>M5 (F5)</b> | ISO ePM10 ≥ 50%        | MERV 7-8    | -              | PM10 (partículas de 1 a 10 µm)     |
| <b>M6 (F6)</b> | ISO ePM2.5 ≥ 50%       | MERV 9-10   | -              | PM2.5 (partículas de 0.3 a 2.5 µm) |
| <b>F7</b>      | ISO ePM1 ≥ 50%         | MERV 11-12  | -              | PM1 (partículas de 0.3 a 1 µm)     |
| <b>F8</b>      | ISO ePM1 ≥ 70%         | MERV 13     | -              | PM1 (partículas de 0.3 a 1 µm)     |
| <b>F9</b>      | ISO ePM1 ≥ 80%         | MERV 14-16  | -              | PM1 (partículas de 0.3 a 1 µm)     |
| -              | -                      | MERV 17-20  | H13-H14 (EPA)  | Partículas submicrónicas (<0.3 µm) |
| -              | -                      | -           | H14-U17 (HEPA) | Partículas submicrónicas (<0.3 µm) |
| -              | -                      | -           | U15-U17 (ULPA) | Partículas submicrónicas (<0.1 µm) |

El mantenimiento de los filtros es un aspecto de gran relevancia en cualquier sistema de climatización, pero en el ámbito hospitalario es aún mucho más crítico por la especial importancia que adquiere la CAI, debido a la vulnerabilidad que presentan los enfermos a determinados contaminantes.

Por ello, es muy importante realizar una correcta selección de los filtros, en función de las necesidades que requiera el entorno que se pretende controlar y establecer protocolos de mantenimiento y cambio de los filtros óptimos para asegurar una buena CAI, para la protección de la salud de las personas, reduciendo así el riesgo de contraer afecciones y enfermedades.

A nivel nacional, el RITE incluye un apartado de filtración del aire exterior que es introducido en el interior de los edificios. Para ello establece una clasificación del aire exterior (ODA) en función del nivel de contaminación de este. Posteriormente asocia una clase de filtración en función de la clasificación del aire exterior e interior. El aire exterior se clasifica según los siguientes niveles:

- ODA 1. Aire puro que se ensucia temporalmente.
- ODA 2. Aire con concentraciones altas de partículas y/o gases contaminantes.
- ODA 3. Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes y/o de partículas.

Por otra parte, el RITE también regula la exigencia de calidad del aire interior para edificios de uso sanitario, estableciéndose en este caso una categoría de calidad del aire interior IDA 1: Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

Considerando todas las especificaciones del RITE para edificios de uso sanitario se establece la siguiente filtración mínima para instalaciones de climatización de más de 70kW (Tabla 2):

*Tabla 2 Filtración mínima en función de la calidad del aire exterior. Fuente:RITE.*

| Calidad del aire exterior | Calidad del aire interior |
|---------------------------|---------------------------|
|                           | IDA 1 (calidad óptima)    |
| <b>ODA 1</b>              | F9                        |
| <b>ODA 2</b>              | F7+F9                     |
| <b>ODA 3</b>              | F7+GF+F9                  |

GF: filtro de gas (filtro de carbono) y/o filtro químico o fisicoquímico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA3 se alcance por exceso de gases

Además, puede ser necesario el uso de filtros para la protección de las unidades de ventilación y de tratamiento del aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales.

Además de los requerimientos generales del RITE para edificios de uso sanitario, la norma UNE 100713:2025 Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales, establece una serie de recomendaciones de filtración en función de las exigencias con respecto a la calidad del aire interior requerida. Los entornos o locales se dividen en dos clases:

- **Clase de local I.** Locales con exigencias muy elevadas, como quirófanos, con tres niveles de filtración
- **Clase de local II.** Exigencias habituales, con tres niveles de filtración

Los requisitos de filtración para cada tipo de local se detallan en la Tabla 3.

*Tabla 3 Clase de locales y filtración necesaria según UNE 100713:2005.*

| Clase de Local | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3   |
|----------------|---------|---------|-----------|
| I              | F5      | F9      | H13       |
| II             | F5      | F9      | No aplica |

En la norma UNE 100713:2025 se presentan también una serie de recomendaciones, basadas en motivos higiénicos, para disponer los niveles de filtración. Estas recomendaciones se resumen en la Tabla 4.

*Tabla 4 Recomendaciones para la disposición de los niveles de filtración según UNE 100713:2005.*

| Nivel de filtración | Recomendación                                                                       |                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | Conducto >10 m                                                                      | Toma de aire exterior                                                                         |
|                     | Conducto <10m                                                                       | En la entrada de la central de tratamiento de aire o después de la eventual sección de mezcla |
| 2                   | Después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión |                                                                                               |
| 3                   | Locales Clase I                                                                     | En la propia unidad terminal de impulsión de aire                                             |

La filtración centralizada, especialmente mediante el uso de filtros de alta eficiencia, reduce significativamente la concentración de patógenos aerotransportados en diferentes áreas del edificio. Sin embargo, es prácticamente inviable adaptar filtros HEPA en sistemas centralizados ya existentes, principalmente debido a la elevada caída de presión que generan y al espacio adicional que requieren.

Para mitigar este inconveniente, se pueden utilizar sistemas de filtración HEPA portátiles. Estos equipos de alta eficiencia, al ser colocados localmente dentro de los espacios ocupados, son una solución efectiva para complementar la ventilación en áreas con menor calidad de aire o en

entornos con requerimientos específicos de mayor grado, como zonas con alta densidad de ocupación. Además, al tratarse de un equipo portátil, permite trasladarlo según las necesidades entre diferentes áreas, permitiendo su uso inmediato en situaciones de emergencia o cuando se detecta un brote infeccioso.

### 3.1.2. Calefacción y refrigeración

En los sistemas de calefacción y refrigeración es común el uso de intercambiadores de calor compactos de agua a aire con aletas, diseñados para optimizar la transferencia de calor. Además, se pueden integrar baterías que funcionan como evaporadores o condensadores en un circuito de refrigeración, permitiendo el enfriamiento o calentamiento del aire procesado.

Para la calefacción, se puede utilizar un calentador eléctrico, mientras que para la refrigeración se emplea una batería de enfriamiento. Esta batería también puede modificarse para actuar como deshumidificador, ampliando su funcionalidad más allá de la refrigeración, lo que resulta clave en ambientes hospitalarios, donde el control de la humedad es crítico para garantizar un entorno saludable.

Las baterías de refrigeración suelen colocarse delante del segundo nivel de filtración, montadas sobre una bandeja de recogida de condensados.

### 3.1.3. Humidificación

El control de la humedad es crucial en hospitales, ya que un nivel de humedad inadecuado puede favorecer la propagación de patógenos o afectar la salud de los pacientes y el personal. Además, puede influir en el correcto funcionamiento de equipos médicos y la conservación de la infraestructura hospitalaria.

La humectación se realiza mediante vapor. El dispositivo se coloca delante del segundo nivel de filtración. Esta instalación debe estar diseñada de forma que no se produzcan condensaciones, y que la humedad del aire no supere el valor de 90%.

El agua utilizada para la producción del vapor debe tener, como mínimo, calidad de agua potable.

Existen también humidificadores portátiles (de forma similar a los purificadores portátiles) que permiten, en un momento determinado servir de soporte en un espacio concreto, en caso de que no se cumplan las recomendaciones previstas.

### 3.1.4. Ventilación

Por ventilación debe entenderse el caudal de aire de renovación. Esto es, la proporción de aire que, proveniente del exterior, se introduce en el local en sustitución de un volumen igual de aire “cargado” que se expulsa al exterior. Es un factor clave para una correcta CAI. De hecho, una ventilación insuficiente es una de las causas más frecuentes de una deficiente calidad del aire.

La importancia de este factor es doble. Por una parte, las personas necesitan un aporte continuo y suficiente de oxígeno para su metabolismo. Por otra parte, al actuar el aire ambiente como diluyente de los contaminantes (gases o partículas en suspensión), el caudal de extracción asociado a la ventilación conlleva una extracción de contaminantes del local. El contenido de dióxido de carbono es un indicador indirecto de lo “cargado” que está el aire y, por lo tanto, del nivel de ventilación. De hecho, si la renovación de aire (el contenido de aire fresco que

introducimos al local) no es correcta, se produce un efecto de acumulación del dióxido de carbono (producido en su mayoría por la respiración de las personas).

En el Reglamento de Instalaciones térmicas en edificios se indica que en edificios no residenciales se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes (apartado 1.4.2.2 RITE).

Además, en la norma UNE 100713:2005, en la Tabla 5 (columna 4), se detallan las renovaciones necesarias para cada tipo de espacio hospitalario, en base a sus exigencias. Por ejemplo, en quirófanos o en habitaciones con pacientes con riesgo de contraer enfermedades, las renovaciones son más restrictivas que en entornos como farmacia, o habitaciones para hospitalización.

*Tabla 5. Exigencias de climatización en las diferentes estancias de un hospital.*

| 1        | 2                                                              | 3                    | 4                                                                                            | 5                                     |                           | 6 | 7                     | 8                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|----------------------------------------------------|
|          | Área de hospital<br>Grupo de locales<br>Tipo de local          | Clase<br>de<br>local | Caudal<br>mínimo<br>de aire<br>exterior <sup>1)</sup><br>m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) | Condiciones ambientales <sup>8)</sup> |                           |   | HR <sup>8)</sup><br>% | Presión<br>sonora<br>máxima <sup>9)</sup><br>dB(A) |
|          |                                                                |                      |                                                                                              | Temperatura<br>mín.<br>°C             | Temperatura<br>máx.<br>°C |   |                       |                                                    |
| <b>1</b> | <b>Área de exploración y tratamiento</b>                       |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.1      | <b>Quirófanos</b>                                              |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.1.1    | Quirófanos tipo A y B, incluso accidentes y partos             | I                    | (apartado 6.6)                                                                               | 22                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 1.1.2    | Pasillos, almacén, material estéril, entrada y salida          | I                    | 15                                                                                           | 22                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 1.1.3    | Sala despertar                                                 | I                    | 15                                                                                           | 22                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35                                                 |
| 1.1.4    | Otros locales                                                  | I                    | 15                                                                                           | 22                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 1.2      | <b>Partos</b>                                                  |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.2.1    | Paritorios                                                     | I                    | 15                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 1.2.2    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.3      | <b>Endoscopia</b>                                              |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.3.1    | Salas de exploración (artroscopia, toroscopia, etc.)           | I                    | 30                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.3.2    | Salas de exploración (aséptico y séptico)                      | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.3.3    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.4      | <b>Fisioterapia</b>                                            |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.4.2    | Bañeras, baños de rehabilitación, piscinas                     | II                   | 100%                                                                                         | <sup>3)</sup>                         | <sup>3)</sup>             |   |                       | 40                                                 |
| 1.4.3    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | <sup>3)</sup>                         | <sup>3)</sup>             |   |                       | 45                                                 |
| 1.5      | <b>Otras áreas</b>                                             |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 1.5.1    | Salas para pequeñas exploraciones                              | II                   | 10                                                                                           | 22                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.5.2    | Sala despertar fuera del área del quirófano                    | II                   | 10                                                                                           | 22                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35                                                 |
| 1.5.3    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.5.4    | Rayos X                                                        | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 1.5.5    | Salas de exploración                                           | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| <b>2</b> | <b>Área de cuidados intensivos</b>                             |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.1      | <b>Medicina intensiva</b>                                      |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.1.1    | Habitaciones con camas, incluso eventual antesala              | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.1.1.1  | Habitaciones para pacientes con riesgo de contraer infecciones | I                    | 30                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.1.1.2  | Para el resto de pacientes                                     | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.1.2    | Sala de Urgencias                                              | II                   | 15                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 2.1.3    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 2.2      | <b>Cuidados especiales</b>                                     |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.2.1    | Habitaciones con camas                                         | I                    | 30                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.2.2    | Sala de urgencias                                              | I                    | 30                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 2.2.3    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 40                                                 |
| 2.3      | <b>Cuidados de enfermos infecciosos</b>                        |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.3.1    | Habitaciones con cama, incluso eventual antesala               | II <sup>10)</sup>    | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.3.2    | Otros locales y pasillos                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 2.4      | <b>Cuidados prematuros</b>                                     |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.4.2    | Habitaciones con camas                                         | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.4.2    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 2.5      | <b>Cuidados recién nacidos</b>                                 |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 2.5.1    | Habitaciones con camas                                         | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>4)</sup>                                   |
| 2.5.2    | Pasillos                                                       | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |

| 1     | 2                                                                  | 3                    | 4                                                                                            | 5                                     |                           | 6 | 7                     | 8                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|----------------------------------------------------|
|       | Área de hospital<br>Grupo de locales<br>Tipo de local              | Clase<br>de<br>local | Caudal<br>mínimo<br>de aire<br>exterior <sup>1)</sup><br>m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) | Condiciones ambientales <sup>8)</sup> |                           |   | HR <sup>9)</sup><br>% | Presión<br>sonora<br>máxima <sup>7)</sup><br>dB(A) |
|       |                                                                    |                      |                                                                                              | Temperatura<br>mín.<br>°C             | Temperatura<br>máx.<br>°C |   |                       |                                                    |
| 2.6   | Otras áreas                                                        | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 2.6.1 | Habitaciones con camas para hospitalización                        | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   | 45-55                 | 35 <sup>7)</sup>                                   |
| 3     | Zonas de suministro y eliminación                                  |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
| 3.1   | Farmacia                                                           | I                    | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 3.1.1 | Locales estériles                                                  | I                    | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 3.1.2 | Pasillos                                                           | II                   | 10                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 3.2   | Esterilización <sup>7)</sup> 8)                                    |                      |                                                                                              |                                       |                           |   |                       |                                                    |
|       | Parte sucia, parte limpia                                          | II                   | 7)                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
|       | Lado limpio después de esterilización, almacén de material estéril | I                    | 7)                                                                                           | 24                                    | 26                        |   |                       | 40                                                 |
| 3.3   | Otras áreas (cocina, lavandería, laboratorios, vestuarios, etc.)   |                      | 8)                                                                                           | 8)                                    | 8)                        |   |                       | 40                                                 |

1) En casos puntuales se pueden exigir caudales de aire mayores.  
2) Estos valores pueden reducirse a criterio del higienista.  
3) La temperatura ambiente estará entre 2 °C y 4 °C por encima de la temperatura del agua, hasta una temperatura ambiente de 28 °C, por encima de 28 °C las dos temperaturas deben de ser iguales.  
4) Los valores máximos serán 5 dB inferiores, junto a una reducción del caudal de aire que nunca podrá ser inferior a 15 l/s (54 m<sup>3</sup>/h) por persona.  
5) Si pertenece a una zona de quirófanos se cumplen las mismas condiciones que se exijan para el quirófano.  
6) En caso de utilizar productos químicos para esterilización, se toman medidas oportunas para la evacuación de las sustancias contaminantes.  
7) El caudal de aire exterior es una función de la cantidad de sustancias contaminantes.  
8) El higienista puede fijar otros valores.  
9) En otras áreas no propiamente hospitalarias, las instalaciones cumplen y se ajustan a las normas en vigor para cada tipo de local (por ejemplo, la Norma UNE-EN-ISO 7730).  
10) La extracción de aire se considera como clase I, debiendo de estar el filtro absoluto en la unidad de aspiración de aire de la habitación.

### 3.1.5. Distribución del aire: conductos y difusores

Los conductos son el sistema que permite la distribución del aire tratado a través de todo el edificio hospitalario. Un diseño eficiente y bien mantenido de los conductos es esencial para asegurar que el aire se distribuya uniformemente y sin contaminación adicional.

Los conductos pueden estar hechos de diversos materiales como acero galvanizado, aluminio o incluso materiales plásticos. Es importante elegir materiales que no fomenten el crecimiento de bacterias ni la acumulación de polvo y partículas. En áreas críticas, los conductos deben ser estériles y cumplir con altos estándares de higiene.

Además, los conductos deben estar correctamente aislados para prevenir pérdidas de calor o frío, lo que contribuye a la eficiencia energética. El aislamiento también reduce la condensación y ayuda a prevenir la proliferación de moho.

Los difusores son los puntos de salida del aire en las habitaciones. Pueden estar diseñados para distribuir el aire de manera uniforme en toda la estancia sin generar corrientes molestas. En entornos hospitalarios, los difusores deben estar diseñados para facilitar una mezcla rápida y homogénea del aire, minimizando el riesgo de zonas con acumulación de contaminantes.



Figura 1 Difusión de aire.

## 4. Recomendaciones

En este punto cabe recordar de que la CAI y por tanto su valoración depende de múltiples factores, siendo uno de los principales los que engloba el sistema de climatización y ventilación. Desde esta premisa, resulta fundamental un adecuado análisis de las características de las infraestructuras del centro, sus instalaciones, cómo está resuelta y regulada la ventilación y climatización, su programa de mantenimiento y por supuesto, su funcionamiento operacional.

Así pues, se considera interesante remarcar una serie de recomendaciones, generalmente sobre mantenimiento, aplicables a centros sanitarios que permitan asegurar y mantener una óptima CAI:

### Filtración

1. Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo, que incluya revisiones regulares y/o limpieza y cambio de filtros. En este sentido, es necesario realizar un control periódico de las filtrinas, ya que esta es la encargada de proteger tanto los elementos de las UTA como las etapas de filtración posteriores, por lo que un cambio dilatado de las filtrinas puede provocar un ensuciamiento de la manta filtrante.
2. Colocación de una compuerta de inspección estanca delante de los filtros, que permita el mantenimiento de filtros, incluso con la instalación en funcionamiento.
3. Instalación de mirillas en las UTAS con tal de poder inspeccionar de forma visual el estado de los filtros.
4. Los niveles de filtración deben mantenerse a lo largo de la vida útil del filtro, debiendo prestar especial atención a la humedad ambiental.
5. Control de la pérdida de carga de los filtros mediante un manómetro diferencial. Un filtro colmatado o con una pérdida de carga excesiva puede reducir el caudal de aire circulante en la unidad.
6. La sustitución de los filtros normativos en las UTAs por otros de mayor eficacia puede reducir el caudal de aire si el ventilador del equipo no está preparado para esa pérdida de carga adicional. En ese caso, se recomienda que el cambio de filtro sea por otro de igual eficacia y pérdida de carga. Si el ventilador del equipo lo permite, se recomienda mejorar la eficacia del filtro, siempre que se garantice el caudal de aire nominal del equipo.
7. En zonas potencialmente críticas, como quirófanos, diseñar protocolos de cambio de filtros, que sean adecuados para la protección del ambiente interior y para los trabajadores de mantenimiento.

### Calefacción y refrigeración

8. En los recuperadores rotativos se recomienda realizar una inspección antes de ponerlos en funcionamiento, en la cual se comprobará el estado de la sección de recuperación en cuanto a fugas y by-pass de partículas desde el aire de extracción al de impulsión. Esta inspección se podrá realizar con la inyección de un aerosol en la línea de retorno y un conteo de partículas en impulsión. En caso de que exista un paso de partículas superior al 5% se deberán sellar las juntas y/o corregir la diferencia de presiones. Si estas

maniobras no son suficientes se recomienda el paro de la rueda y realizar by-pass en la sección de recuperación.

9. En los recuperadores de placas, se recomienda verificar las posibles fugas antes de ponerse en operación; en caso de que se detecte el paso excesivo de partículas se realizará un by-pass en la sección de recuperación si existen compuertas para ello en el climatizador.

### Humidificación

10. Control de la humedad ambiental para evitar que alcance el 90% en el aire circulante por el medio filtrante, ya que la presencia de humedades elevadas incrementa la pérdida de carga de los filtros y permite el crecimiento fúngico.

### Ventilación y Renovación de aire

11. Comprobación de que los equipos encargados de la renovación de aire trabajen, al menos, en sus condiciones nominales de diseño y que posibles pérdidas de carga, especialmente internas al sistema, sean mínimas (filtros con colmatación, etc.). Si la actuación del motor es mediante variador de frecuencia, hay que observar que está en las condiciones previstas de servicio, y a ser posible, a la velocidad máxima del motor siguiendo los límites marcados por el fabricante.
12. En edificios y establecimientos que hayan cerrado o cesado su actividad, es recomendable realizar un proceso de purga del aire interior tanto del edificio como del sistema de ventilación, siendo suficiente el arranque del sistema de ventilación para ofrecer un número de renovaciones del aire interior adecuado.

### Distribución del aire

13. En edificios y establecimientos que hayan cerrado o cesado su actividad, es recomendable realizar una revisión general de la instalación de climatización antes de la reapertura. En este caso, es conveniente realizar la limpieza de rejillas, difusores, filtros y baterías.
14. Una vez por temporada es preceptiva la revisión de la red de conductos, según los criterios de la norma UNE 100012.
15. Es reglamentariamente necesario realizar una revisión y limpieza de las unidades de impulsión y retorno de aire una vez por temporada.
16. Se considera conveniente reforzar el mantenimiento de los climatizadores, especialmente en:
  - a. La verificación de la estanqueidad de las unidades y secciones que la componen, así como en juntas, puertas o registros.
  - b. La verificación de presiones y caudales nominales de la unidad (punto de trabajo).
  - c. Limpieza de equipo y componentes (baterías, superficie interior, etc.).

### Diseño óptimo de una UTA

A partir de la experimentación realizada en el presente proyecto, se ha verificado una buena eficacia para una UTA que presenta el siguiente diseño:

- Unidad que dispone de las siguientes etapas de filtración: G4 (coarse), ePM1 60% (antiguo F7), ePM1 85% (antiguo F9), ePM2.5 50% en retorno para la protección del sistema de recuperación de energía. La difusión a las diferentes salas se realiza a través de difusores concéntricos.
- En este punto, es importante señalar la importancia de la ubicación y por tanto la calidad del aire exterior (ODA).

El control realizado a la UTA detallada ha corroborado que permite mantener:

- Un adecuado confort higrométrico, cumpliendo los criterios de referencia establecidos en RD 486/1997 y UNE 171330.
- Un nivel de partículas en aire ambiente conforme, de acuerdo con los criterios de referencia establecidos en la norma UNE 171330.
- Una concentración de dióxido de carbono conforme, según las exigencias del RITE.
- Una concentración de compuestos orgánicos volátiles conforme, aplicando los criterios de referencia de la norma UNE 171330 y 171340.
- Una valoración conforme de los niveles de bacterias y hongos, según los valores recomendados en la norma UNE 171330.

Finalmente, a la hora de seleccionar e implementar las medidas descritas anteriormente, se recomienda tener en cuenta el coste económico y el óptimo rendimiento.

## 5. Bibliografía

Garner, J. S., & Favero, M. S. (1986). Guideline for handwashing and hospital environmental control, 1985 supersedes guideline for hospital environmental control published in 1981. *American Journal of Infection Control*, 14(3), 110-126.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). IT3.1 Mantenimiento y uso [http://www.imb-sl.es/docs/RITE\\_E\\_Instruccion-tecnica-3.pdf](http://www.imb-sl.es/docs/RITE_E_Instruccion-tecnica-3.pdf)

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio

Ministerio de Sanidad y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS-COV-2. [https://www.sanidad.gob.es/areas/alertasEmergenciasSanitarias/alertasActuales/nCov/documentos/Recomendaciones\\_de\\_operacion\\_y\\_mantenimiento.pdf](https://www.sanidad.gob.es/areas/alertasEmergenciasSanitarias/alertasActuales/nCov/documentos/Recomendaciones_de_operacion_y_mantenimiento.pdf)

Guía básica de gestión de la limpieza para centros sanitarios. Consejería de Sanidad y Consumo de la Junta de Extremadura.

DTIE 1.08 (Documentos técnicos de instalaciones en la edificación) “Calidad de Aire en los Hospitales” – ATECYR <https://www.atecyr.org/publicaciones/es/dtie/142-dtie-108-calidad-de-aire-en-hospitales.html>

INSHT NTP 859 - Ventilación general en hospitales

Manual de diseño de la climatización y ventilación de quirófanos y habitaciones en centros hospitalarios de Castilla y León.

RD 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

UNE 100713:2005 – Instalación de acondicionamiento de aire en hospitales

EN-ISO 14644-1:2000 – Salas limpias y locales controlados

UN-EN 13779:2008 – Ventilación de edificios no residenciales.

UNE 171330 - Revisión de la calidad ambiental en interiores.

UNE 171340:2020 – Validación y cuantificación de salas de ambiente controlado en hospitales

UNE 171380:2024 – Medición en continuo de CO<sub>2</sub> en interiores para la prevención en salud y mejora del bienestar.