

PROYECTO: CLIVEGESA

Directriz de
Climatización y Ventilación de
Habitaciones de Hospitalización de
Inmunodeprimidos



FECHA: 09 de octubre de 2009

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ZONAS DE OCUPACIÓN	1
	Zona ocupada.....	1
	Zona ocupada paciente	2
3	CONDICIONES DE DISEÑO	3
	Consideraciones arquitectónicas	4
	Condiciones para ambas zonas	5
	Condiciones en la zona ocupada paciente	5
	Condiciones en la zona ocupada.....	5
4	SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	6
	Extracción.....	6
	Impulsión.....	7
	Filtrado	7
	Sistema de control de presión.....	8
5	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	8
	Sistema de regulación de temperatura.....	8
6	RECEPCIÓN	8
7	MANTENIMIENTO	9
8	ANEXO “A”	11
	Velocidad del aire y temperatura.....	11
9	ANEXO “B”	12
	Medida del nivel de sobrepresión.....	12
	Medida de las renovaciones hora	12
	Medida de la velocidad.....	12
	BIBLIOGRAFÍA	13

HABITACIONES DE HOSPITALIZACIÓN DE INMUNODEPRIMIDOS

1 INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la climatización y ventilación, las habitaciones de hospitalización se dividen en tres tipos: habitaciones de hospitalización ordinarias, habitaciones de hospitalización de inmunodeprimidos y habitaciones de hospitalización de aislados infecciosos.

Esta directriz tiene por objeto definir las condiciones y criterios de diseño de los sistemas terminales de climatización y ventilación para las habitaciones de hospitalización de inmunodeprimidos. Estas habitaciones estarán dotadas de baño y serán de uso individual.

En este tipo de habitaciones se utiliza la ventilación para contener la propagación de infecciones, por tanto la robustez y simplicidad del sistema es conveniente para minimizar el riesgo de un funcionamiento defectuoso, bien sea por un manejo incorrecto o un mantenimiento insuficiente.

2 ZONAS DE OCUPACIÓN

Para establecer las condiciones de confort en una habitación de hospitalización se definen dos zonas: la “zona ocupada” y la “zona ocupada paciente”.

Zona ocupada

Engloba tanto a la zona de visita como a la zona de reposo del paciente. Sus límites son: a 50 cm de paredes exteriores, a 40 cm de paredes interiores ó 15 cm si se trata de la pared donde va la cabecera y a 10 cm del suelo, con una altura de 190 cm (figuras 1a y 1b).

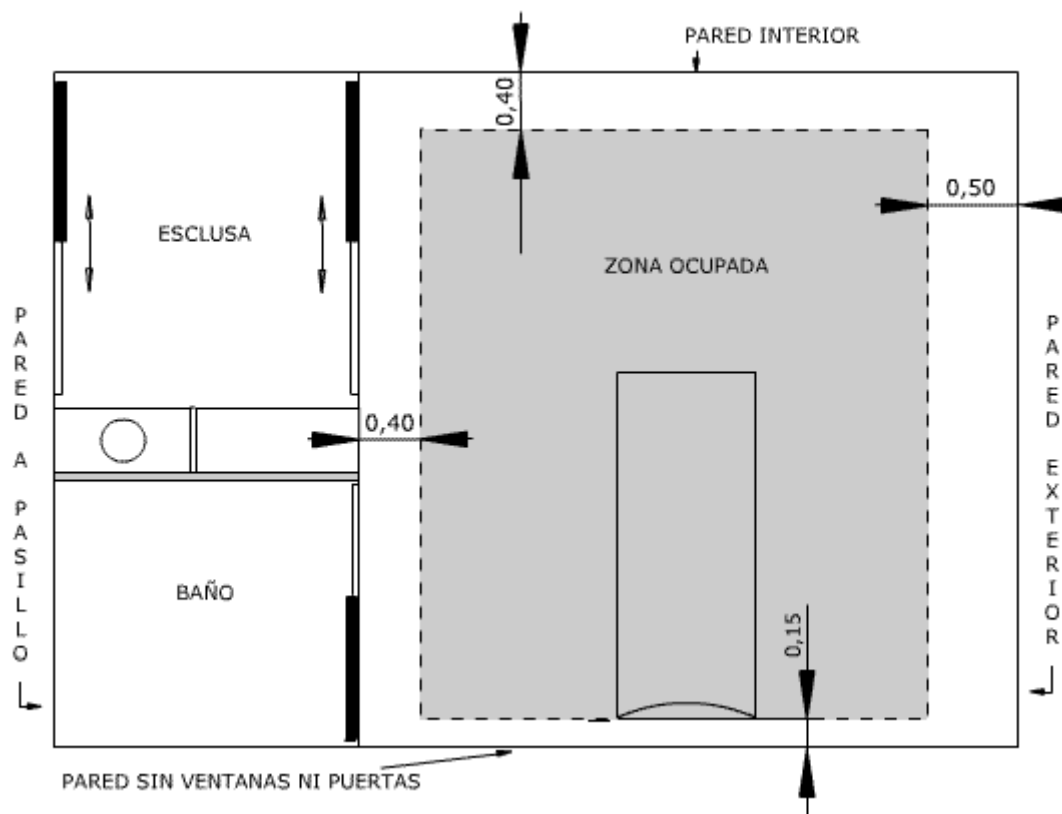


Figura 1a: Planta de una habitación de hospitalización individual indicando los límites de la zona ocupada (cotas en metros)

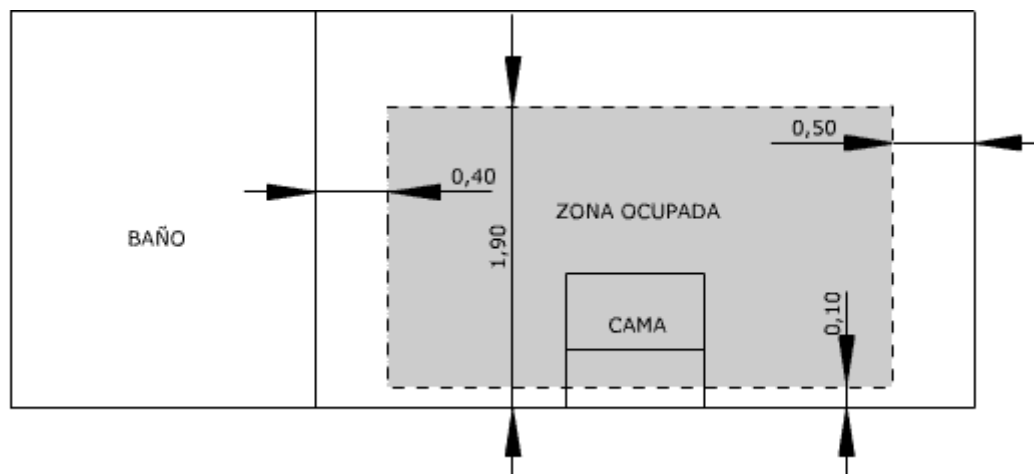


Figura 1b: Alzado de una habitación de hospitalización individual indicando los límites de la zona ocupada (cotas en metros)

Zona ocupada paciente

Es la zona habitual de reposo del paciente y donde éste suele pasar la mayor parte del tiempo. Comprende las zonas próximas a la cama, sus límites se encuentran definidos en las figuras 2a y 2b.

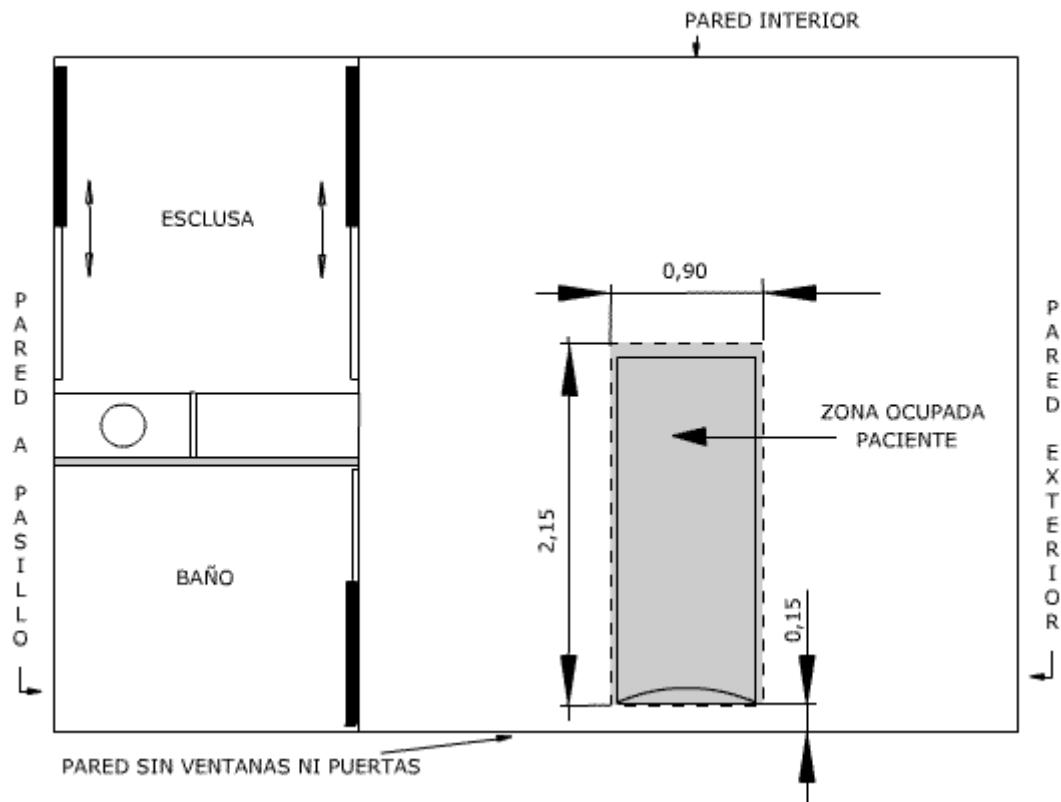


Figura 2a: Planta de una habitación de hospitalización individual indicando los límites de la zona ocupada paciente (cotas en metros)

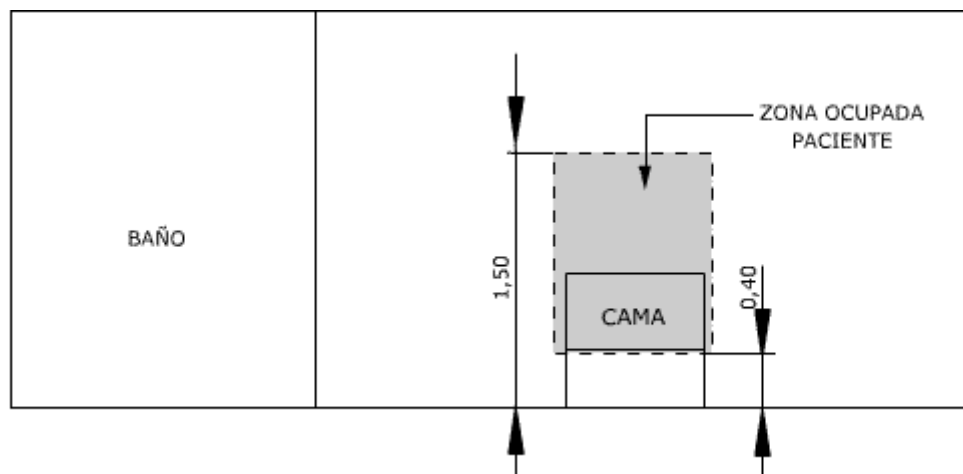


Figura 2b: Alzado de una habitación de hospitalización individual indicando los límites de la zona ocupada paciente (cotas en metros)

3 CONDICIONES DE DISEÑO

El objetivo del diseño será conseguir unos sistemas de climatización y ventilación que cumplan, con este orden de prioridad, los siguientes requisitos: seguridad higiénica, confort climático, niveles de ruido y una buena eficiencia energética.

Consideraciones arquitectónicas

- La habitación será de uso individual con baño. El acceso al baño se hará desde la propia habitación.
- Se procurará que la hermeticidad de la habitación sea lo mayor posible para facilitar lograr una sobrepresión en la misma, y así a contener la entrada de partículas infecciosas.
- El techo será fijo y de escayola.
- Las ventanas de la habitación necesitarán de un utensilio especial o llave para su apertura para evitar que sean practicables por el enfermo.
- La habitación incluirá una esclusa o antesala. Esta esclusa mejorará la contención de partículas infecciosas durante las entradas y salidas de la habitación. Además, en esta esclusa se podrán situar los elementos de higiene necesarios (lavamanos, depósito de ropa, ...).
- Las puertas que limitan la esclusa serán correderas y estancas, y, en condiciones de funcionamiento habituales, su apertura no podrá ser simultáneas. Estarán dotadas de una ventana de visión
- Es recomendable que este tipo de habitaciones de hospitalización se sitúen en zonas poco transitadas.

En la figura 3 se muestra el esquema de una habitación tipo.

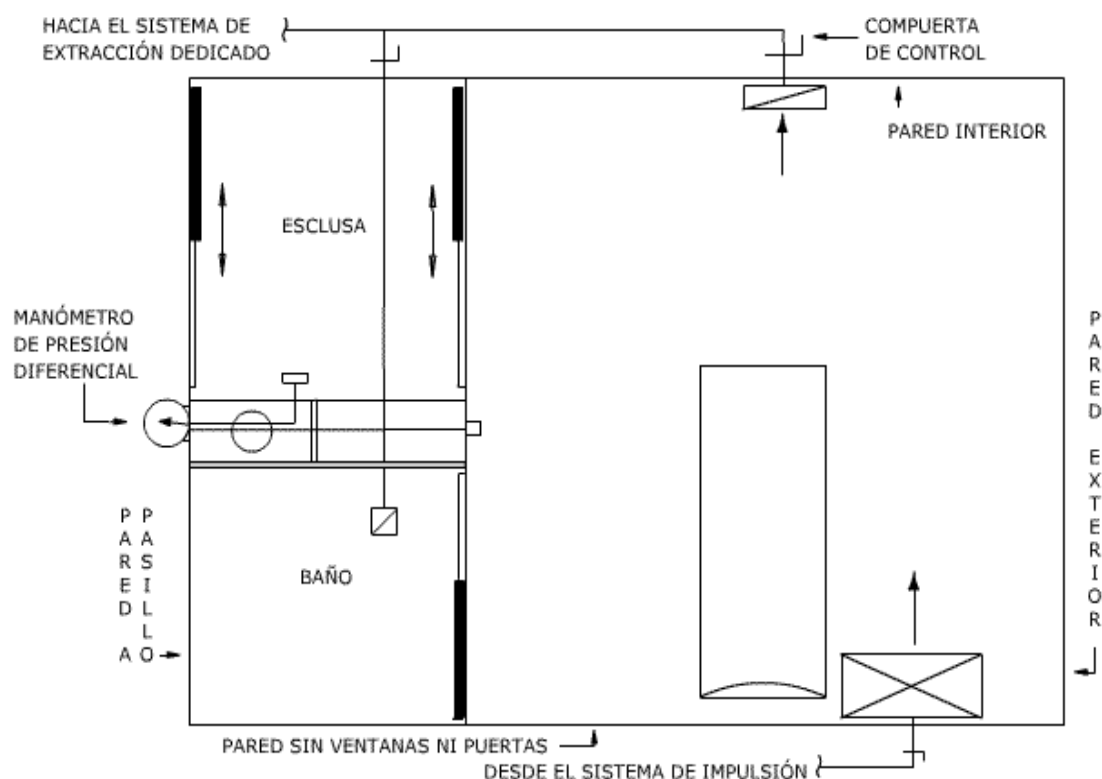


Figura 3: Esquema en planta de una habitación tipo para hospitalización de inmunodeprimidos.

En cuanto a climatización y ventilación se establecen unas condiciones comunes para las zonas ocupada y ocupada paciente, junto con otras específicas de cada zona. En

general, las condiciones de confort estarán determinadas por las establecidas en esta última, ya que aquí las condiciones son más estrictas que en la zona ocupada.

Condiciones para ambas zonas

- La temperatura de diseño debe ser de 25°C⁽¹⁾.
- La humedad relativa (HR) de diseño deberá ser del 50%.
- En esta habitación no se realizará recirculación del aire⁽²⁾.
- El caudal de aire extraído será el que garantice 12 renovaciones hora (RH)⁽³⁾ en la habitación, del cual 2 RH serán extraídas a través de la rejilla de extracción del baño y el resto a través de la rejilla de la habitación.
- La habitación deberá encontrarse en sobrepresión con respecto a la esclusa. Esta sobrepresión será como mínimo de 8 Pa⁽⁴⁾.
- Para evitar la dispersión de olores el baño estará⁽⁵⁾ en depresión respecto a la habitación.

Condiciones en la zona ocupada paciente

- El gradiente de temperatura entre la región superior y la inferior no debe ser superior a 2°C
- La velocidad del aire no debe superar 0,1 m/s ni en invierno ni en verano.

Condiciones en la zona ocupada

- El gradiente de temperatura no debe ser superior a 3°C entre el límite inferior y superior de la zona de ocupación.
- La velocidad del aire no debe superar los 0,2 m/s en invierno ni 0,15 m/s en verano.

Ruidos y Vibraciones

Los valores límites de niveles sonoros producidos por emisores acústicos cumplirán el anexo I de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León, siendo el límite de inmisiones en interiores los especificados en la tabla 1.

¹ Ver Anexo "A"- Velocidad del aire y temperatura

² Si se tuviera que recircular sería necesario filtrar el aire recirculado con un filtro HEPA.

³ El volumen a utilizar para el cálculo del número de renovaciones por hora (RH) es el de la habitación excluido el cuarto de baño. Para lograr una tasa de dilución de 100000:1 son necesarias 12 RH.(Phillips D.A. (2004)).

⁴ Esta sobrepresión se logrará mediante el sistema de ventilación. Para ello se establecerá que el caudal de aire extraído sea menor que el impulsado. Para una habitación con una buena estanqueidad, el caudal de aire extraído debe ser inferior al impulsado aproximadamente en un 10% o en 170 m³/h .

⁵ Esta depresión se logrará mediante el sistema de ventilación.

Tabla 1: Límite de inmisiones en interiores.

Área receptora interior	$L_{Aeq\ 5s}$ dB (A)*	
	Día	Noche
	8 h – 22 h	22 h – 8 h
Uso sanitario y bienestar social	30	25

(*) Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia o ruido de carácter impulsivo se aplica el $L_{K_{eq,T}}$.

Los hospitales deberán cumplir con los niveles máximos de vibraciones determinado en el anexo IV de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León, no pudiendo exceder, en el interior de los recintos receptores de los centros de salud los especificados en la tabla 2.

Tabla 2: Valores límites de vibraciones.

Área receptora interior	L_{aw}
Uso sanitario y bienestar social	72

Donde: L_{aw} (índice de vibración): en decibelios (db), se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{aw}=20 * \lg(a_w/a_0)$$

Siendo: a_w : el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación en frecuencia w_m en tiempo t , en m/s^2 .

a_0 : la aceleración de referencia ($a_0=10^{-10}$ m/s^2).

La realización de las medidas de los niveles de ruido y vibraciones se deben hacer de acuerdo al anexo v “Métodos de evaluación” de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León

4 SISTEMAS DE VENTILACIÓN

El sistema de ventilación se diseñará para conseguir que el movimiento del aire dentro de la habitación sea: difusor→zona ocupada paciente→zona ocupada→ rejillas de extracción.

Extracción

- La extracción se debe realizar mediante dos rejillas o similar. Una estará situada en el cuarto de baño. La otra se situará en la habitación, en la pared opuesta a la cabecera de la cama a unos 15 cm del suelo. Ambas rejillas estarán conectadas al

conducto de extracción hacia el exterior. Cada rejilla de extracción estará dotada de una válvula o compuerta regulable manualmente.

- Para permitir la correcta ventilación de la habitación, aún cuando la puerta del baño se encuentre completamente cerrada, la puerta del baño deberá disponer de rejilla u holgura con el suelo. La superficie mínima de la rejilla o de la holgura dependerá del caudal a extraer por el baño, ya que la velocidad máxima en la rejilla u holgura se limita a 2 m/s. Las dimensiones quedarán relacionadas por la ecuación:

$$h * b = \frac{Q_{extracción}}{2,0}$$

donde: $Q_{extracción} = V_{baño} * 5/3600$ [m³/s], h = altura [m] y b = base [m].

- En ningún caso estará permitido recircular el aire extraído de la habitación o del baño.
- El conducto de extracción hacia el exterior será exclusivo para las habitaciones de inmunodeprimidos y sus correspondientes baños.
- El ventilador de extracción se ubicará al final del sistema de conductos. Debido al envejecimiento de la instalación de extracción (desajustes y suciedad) se recomienda que el ventilador este sobredimensionado en un 50% respecto al caudal de diseño.
- La descarga de este aire contaminado al ambiente se realizará mediante una chimenea vertical. Esta chimenea de descarga estará alejada como mínimo 8 m de cualquier toma de aire, ventana o zonas de tránsito de personas⁽⁶⁾.

Impulsión

- El aire fresco deberá llegar conducido hasta el sistema de climatización de la habitación.
- Este aire se filtrará después de haberlo climatizado y antes de impulsarlo a la habitación. La etapa final de filtrado se hará con un filtro HEPA.
- El aire de impulsión deberá llegar conducido hasta el difusor.
- El difusor de impulsión estará situado en el techo de la habitación encima de cabecera de la cama. Dada la proximidad del difusor a la ZOP este deberá ser dimensionado para que la velocidad en la ZOP sea inferior a 0,1 m/s.
- El difusor estará dotado de una válvula o compuerta regulable manualmente y permitirá orientar el flujo.
- El difusor y las rejillas de extracción, deberán dimensionarse de forma que las velocidades y niveles de ruido⁷ no superen los límites establecidos en el apartado 3.

Filtrado

El aire fresco que llega al sistema de climatización de estas habitaciones tendrá las exigencias habituales⁽⁸⁾ de una habitación de hospital. Esto significa que tendrá un nivel de filtración tipo F9⁹.

⁶ La norma UNE 100713 recoge el apartado 5.4 de la norma ASHRAE 62-1989-R, donde se estima la distancia de separación en función de los factores ambientales y de expulsión.

⁷ Véase Anexo "A", sección: nivel de ruido

Además, como se ha dicho anteriormente, este aire tendrá una etapa final de filtrado mediante un filtro HEPA justo antes del difusor de impulsión.

Sistema de control de presión

- Para verificar que la habitación se encuentra en sobrepresión se instalará un dispositivo de control.
- Este dispositivo incluirá un medidor de presión diferencial. Uno de los terminales o sensores se colocará dentro de la habitación y otro dentro de la esclusa.
- La pantalla del monitor se colocará en el pasillo, próxima a la puerta de acceso a la antesala de la habitación.
- El dispositivo incluirá una alarma luminosa que avise sobre la pérdida de sobrepresión en la instalación. Esta alarma permitirá establecer la presión de referencia así como el tiempo de retraso⁽¹⁰⁾ en el disparo de la misma.

5 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

- Se recomienda la utilización de sistemas aire-aire con climatizadora independiente para este tipo de habitaciones.
- Los dispositivos utilizados para el tratamiento del aire que se alojen en el techo disponer de un registro hermético de acceso que permita la sustitución del equipo y su mantenimiento cuando sea necesario sin tener que realizar obra alguna. Y, si estos equipos son por naturaleza generadores de vibraciones, se deberá cumplir con la Norma UNE 100-153 para su instalación y conexión con conductos y tuberías.
- No se podrán instalar más de 0,5 metros de conducto flexible de aire.

Sistema de regulación de temperatura

En cada una de las habitaciones deberá ponerse un termostato que permita regular la temperatura en un rango $\pm 3^{\circ}\text{C}$ con respecto a la temperatura de consigna.

6 RECEPCIÓN

La recepción de la instalación consistirá en hacer una prueba de funcionamiento del sistema donde se alcancen las condiciones de diseño. En esta prueba:

- Se verificará que los conductos se encuentren limpios y los filtros en buen estado⁽¹¹⁾.

⁸ Norma UNE 100713

⁹ La filtración en la Unidad de Tratamiento del Aire (UTA) se realizará en dos etapas.

1ª etapa: Un filtro F5 en la toma de aire exterior, si el conducto tiene una longitud superior a 10m, en caso contrario, se debe colocar en la entrada de aire de la central de tratamiento de aire.

2ª etapa: Un filtro F9 después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión.

¹⁰ Para evitar que se dispare la alarma cada vez que se abra la puerta. Un tiempo de retraso típico es 45s.

¹¹ Estas verificaciones se realizarán de acuerdo a la Norma UNE –100713

- Se medirá la temperatura, las renovaciones hora de la habitación y del baño (ver anexo B), la humedad relativa, el nivel de ruido y las velocidades en la habitación (ver anexo B), todo ello según lo especificado en proyecto¹².
- También deberán hacerse pruebas del sistema de regulación local de temperatura.
- Se verificará que el nivel de sobrepresión es el de diseño (ver anexo B) y se comprobará el correcto funcionamiento del medidor de presión diferencial⁽¹³⁾ y de la alarma.
- Se comprobará la correcta instalación de los equipos.

Además se deberá realizar las siguientes comprobaciones generales:

- Se verificará que los equipos instalados coinciden con los equipos que figuran en proyecto en cuanto marca y características técnicas.
- Se realizará una comprobación de que los equipos están instalados según los esquemas de principio de proyecto y perfectamente conectados para su funcionamiento.
- En caso de que existan discrepancias de funcionamiento se deberán acordar las mediciones suplementarias con la empresa contratista.

Estas comprobaciones generales y las pruebas de funcionamiento se deben realizar en todas las habitaciones.

7 MANTENIMIENTO

En este tipo de habitaciones es imprescindible un mantenimiento preventivo que minimice la posibilidad de un funcionamiento defectuoso y, como consecuencia, el riesgo de propagación de una enfermedad infecciosa.

Se recomienda el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo preestablecido que contemple:

Cada mes:

- Verificar que el funcionamiento de los medidores de presión diferencial y de las alarmas correspondientes es correcto.
- Verificación de los niveles de presión
- Verificación de la limpieza de las bandejas de condensados y de su desagüe.

Cada 6 meses:

- Verificación del estado de los filtros y, en su caso, reemplazo de filtros, con especial atención al filtro HEPA.
- Verificación de la estanqueidad y de la limpieza de los conductos. Se deberá cambiar el tramo de conducto flexible cada vez que se realice limpieza de conductos.

Cada 12 meses:

- Calibrado de los medidores de presión diferencial.

¹² Estas medidas se realizarán de acuerdo a la Norma UNE –EN 12599

¹³ Por ejemplo con la puerta de la habitación y de la esclusa abierta la lectura debiera ser cero.

- Verificación del estado general del sistema de climatización
- Verificación del nivel de ruido
- Verificación del sistema de ventilación (renovaciones /hora).

Después de obras o reparaciones que puedan afectar al sistema se deben hacer las comprobaciones necesarias para garantizar un nivel de confianza igual al de recepción.

8 ANEXO “A”

Velocidad del aire y temperatura

Los cálculos de la temperatura ambiente y de la velocidad del aire fueron realizados considerando un “clo” (aislamiento térmico) de 0,75 y un nivel de actividad metabólica de 0,8. Teniendo en cuenta la incorporación del termostato se garantiza que el porcentaje de personas insatisfechas (PPI) no supere el 10%.

9 ANEXO “B”

Medida del nivel de sobrepresión

Se utilizará un manómetro de presión diferencial calibrado en el rango de ± 15 Pa. Un terminal se colocará en el interior de la habitación y otro en la esclusa.

Medida de las renovaciones hora

Existen diversos métodos para determinar las renovaciones hora. A continuación se indican los más precisos:

Mediante Gases Trazadores. Se basa en diluir en la habitación un gas trazador en concentraciones inocuas y a partir de la evolución temporal de la concentración en la extracción determinar el N° de RH.

Medidores turbina. Se basa en medir el caudal de aire en las rejillas de extracción. Para ello se utiliza un dispositivo en forma de embudo. La sección de mayor diámetro debe cubrir por completo a la rejilla y ajustar bien con la pared (Figura 4). En la sección de menor diámetro hay un sensor que mide la velocidad. Con este dato y conocido el área de la sección se calcula el caudal.



Figura 4: Ejemplos de medidores de turbina para calcular el número de renovaciones hora.

Medida de la velocidad

Debido a las bajas velocidades que deben existir tanto en la zona ocupada como en la zona ocupada paciente, el dispositivo que mejor se adapta para medir la velocidad es el anemómetro de hilo caliente, preferiblemente de tipo omnidireccional.

Se desaconseja el empleo de medidores de tipo hélice o turbina o los tubos de Pitot para medir en ZOP o ZO, que resultan adecuados sólo para medidas en difusores y rejillas.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Phillips D.A., Sinclair R.J., Schuyler G.D.- “Isolation Room Ventilation Design Case Studies”- IAQ 2004.
- 2- Norma UNE 100713:2003
- 3- CDC “Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium Tuberculosis in Health-Care Facilities” MMWR vol 43 No RR-13 1994.
- 4- McCarthy and Splenger “Indoor Environmental Quality in Hospitals” del libro *Indoor Air Quality Handbook* de J.D. Spengler, ed. McGraw Hill.
- 5- Memarzadeh F. y Manning A. ”Thermal Comfort, Uniformity, and Ventilation Effectiveness in Patient Rooms: Performance Assessment Using Ventilation Indices” MN-00-11-3 ASHRAE Transactions Symposia.
- 6- Memarzadeh F. y Jiang J. “Methodology for Minimizing Risk from Airborne Organisms in Isolation Rooms” MN-00-11-2 ASHRAE Transactions Symposia.
- 7- Sterifel A. “ Infection Control in Hospital Building Maintenance and Operations” Business Bieffing: Hospital Engineering &Facilities Management 2005.
- 8- Cacciari P., Giannoni R., Marcelli E. Cercenelli L. “ Considerations on isolation rooms and alternative pressure ventilation systems”. Ann Ig. Vol 16, 2004.
- 9- Decreto 3/1995 de Castilla y León, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones a cumplir por los niveles sonoros o de vibraciones producidos en actividades clasificadas.