

## NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo

Syndrome des bâtiments malades: facteurs de risque

Sick Building Syndrome: risk factors

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactora:

M<sup>a</sup> José Berenguer Subils  
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*A partir de la información de que se dispone en la actualidad, existen pocas dudas respecto al hecho de que los ocupantes de ciertos edificios presentan, durante el trabajo, una mayor incidencia de enfermedades que la que sería lógico esperar. Aunque los síntomas son en general leves, causan molestias a un número elevado de personas empleadas en estos edificios y, en determinadas circunstancias, pueden influir apreciablemente en los índices de absentismo.*

*Siguiendo con la temática iniciada en la NTP-243, en la que se trataba de forma general la problemática referente a los ambientes cerrados y a la calidad del aire en los mismos, en esta Nota Técnica se pretende recoger la metodología general para diagnosticar e investigar aquellos edificios aquejados de un Síndrome de Edificio Enfermo.*

### Definiciones

Existen dificultades para definir lo que se entiende por edificio enfermo y por síndrome del edificio enfermo. En la práctica los edificios enfermos son una parte de los edificios que presentan problemas. Estos edificios están, generalmente, equipados con aire acondicionado, aunque también pueden estar ventilados de forma natural. Sus ocupantes presentan quejas referentes a su salud en una proporción mayor a la que sería razonable esperar (>20%) y las causas son difíciles de identificar dado que en muchos casos tienen un origen multifactorial.

Síndrome del edificio enfermo (SEE) es el nombre que se da al conjunto de síntomas diversos que presentan, predominantemente, los individuos en estos edificios y que no van en general acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, diagnosticándose, a menudo, por exclusión.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre dos tipos distintos de edificio enfermo. El que presentan los edificios temporalmente enfermos, en el que se incluyen edificios nuevos o de reciente remodelación en los que los síntomas disminuyen y desaparecen con el tiempo, aproximadamente medio año, y el que presentan los edificios permanentemente enfermos cuando los síntomas persisten, a menudo durante años, a pesar de haberse tomado medidas para solucionar los problemas.

### Características comunes a los edificios enfermos

Normalmente para ningún edificio debe considerarse como evidente su pertenencia a la categoría de edificio permanentemente enfermo. Sin embargo, en la práctica, estos edificios tienen, según la OMS, una serie de características comunes:

- Casi siempre tienen un sistema de ventilación forzada que generalmente es común a todo el edificio o a amplios sectores y existe recirculación parcial del aire. Algunos edificios tienen la localización de las tomas de renovación de aire en lugares inadecuados mientras que otros usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al aire de suministro.
- Con frecuencia son de construcción ligera y poco costosa.
- Las superficies interiores están en gran parte recubiertas con material textil, incluyendo paredes, suelos y otros elementos de diseño interior, lo cual favorece una elevada relación entre superficie interior y volumen.
- Practican el ahorro energético y se mantienen relativamente calientes con un ambiente térmico homogéneo.
- Se caracterizan por ser edificios herméticos en los que, por ejemplo, las ventanas no pueden abrirse.

### Síntomas y diagnóstico

La sintomatología a observar para poder diagnosticar un edificio enfermo es muy variada, pudiendo llegar a ser compleja, ya que suele ser el resultado de la combinación de distintos efectos. Los síntomas más significativos incluyen:

- Irritaciones de ojos, nariz y garganta.
- Sensación de sequedad en membranas mucosas y piel.
- Ronquera.
- Respiración dificultosa.
- Eritemas (Erupciones cutáneas).
- Comezón.
- Hipersensibilidades inespecíficas.
- Náuseas, mareos y vértigos.
- Dolor de cabeza.
- Fatiga mental.
- Elevada incidencia de infecciones respiratorias y resfriados.

En ciertos edificios pueden, además, estar potenciadas algunas enfermedades comunes del individuo, tales como sinusitis y algunos tipos de eczemas.

Para diagnosticar la existencia de un síndrome de edificio enfermo tiene que efectuarse una investigación cuidadosa entre el personal afectado, teniendo en cuenta los síntomas reseñados. Se considerará también que en estos edificios, según los estudios realizados, los síntomas son más frecuentes por la tarde que por la mañana, el personal de oficina es más propenso que el directivo a experimentar molestias, estas molestias son más frecuentes en el sector público que en el privado y las quejas son más abundantes cuanto menos control tiene la gente sobre su entorno.

## Posibles factores de riesgo

### Contaminantes ambientales

El número de posibles contaminantes es enorme ya que pueden tener muy diversos orígenes. Los propios ocupantes del edificio pueden ser una de las fuentes más importantes ya que el ser humano produce de forma natural dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos, siendo a la vez responsable de la presencia de otros contaminantes entre los que destaca el humo de tabaco que en sí contiene más de 3000 compuestos, entre ellos, monóxido de carbono (CO), aldehídos, óxidos de nitrógeno, metales, etc.

Los materiales de construcción y decoración del edificio así como los muebles y demás elementos pueden también ser la causa de la presencia en el aire de compuestos tales como formaldehído, vapores orgánicos, polvos y fibras (asbestos, vidrio, textiles). Por otra parte los materiales usados para el trabajo de oficina, en las instalaciones o para el mantenimiento pueden aportar contaminantes al ambiente. Ese es el caso de los productos utilizados como correctores, del ozono desprendido por las fotocopiadoras, los biocidas, los productos de limpieza, los desodorantes, etc. Existen también casos en que estos contaminantes proceden del exterior del edificio como pueden ser los humos de escape de automóviles, el dióxido de azufre o el radón.

El polvo presente en un aire interior está formado por partículas tanto orgánicas como inorgánicas, muchas de las cuales pueden clasificarse como fibras. El polvo total dependerá de la ventilación, la limpieza, la actividad en la zona y el grado de presencia de humo de tabaco.

Los contaminantes biológicos pueden ser responsables de enfermedades infecciosas y también de alergias. Hay que considerar los posibles efectos de bacterias, virus, hongos, ácaros, etc.

Son, por el momento, muy pocos los límites ambientales existentes para estos contaminantes. No hay que olvidar que en el caso de los productos químicos, sus mezclas pueden tener sobre el ser humano efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos y que el conocimiento de estas interacciones es aún muy limitado. Por otra parte tampoco se conocen los efectos de ciertas sustancias sobre el organismo cuando la exposición es a muy bajas concentraciones y durante largos periodos de tiempo. Todo lo cual dificulta el establecimiento de límites.

La OMS en unas Guías para el establecimiento de la Calidad del Aire recomienda unos valores para proteger la salud pública para 28 sustancias, algunas de las más significativas para el SEE se recogen en la Tabla 1.

### **Tabla 1: Valores de referencia para algunas sustancias no cancerígenas en aire según OMS**

COMPUESTO		VALOR DE REFERENCIA (PROMEDIO PONDERADO EN EL TIEMPO)	PERIODO DE TIEMPO
COMPUESTOS ORGANICOS	Cloruro de metileno	3 mg/m <sup>3</sup>	24 horas
	Estireno	800 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
	Formaldehído	100 g/m <sup>3</sup>	30 minutos
	Sulfuro de Carbono	100 g/m <sup>3</sup>	24 horas
	Tetracloroetileno	5 mg/m <sup>3</sup>	24 horas
	Tolueno	8 mg/m <sup>3</sup>	24 horas
	Tricloroetileno	1 mg/m <sup>3</sup>	24 horas
COMPUESTOS INORGANICOS	Cadmio	1 - 5 ng/m <sup>3</sup> 10-20 ng/ m <sup>3</sup>	1 año (áreas rurales) 1 año (áreas urbanas)
	Dióxido de Azufre	500 µg/m <sup>3</sup> 350 µg/m <sup>3</sup>	10 minutos 1 hora
	Dióxido de Nitrógeno	400 µg/m <sup>3</sup> 150 µg/m <sup>3</sup>	1 hora 24 horas
	Monóxido de Carbono	100 mg/m <sup>3</sup> 60 mg/m <sup>3</sup> 30 mg/m <sup>3</sup> 10 mg/m <sup>3</sup>	15 minutos 30 minutos 1 hora 8 horas
	Ozono	150 µg/m <sup>3</sup> 100-120 µg/m <sup>3</sup>	1 hora 8 horas
	Plomo	0.5-1.0 µg/m <sup>3</sup>	1 año

Para el CO<sub>2</sub>, que la mayoría de autores no consideran como un contaminante dado su origen humano, y que sí se usa como indicador de la calidad del aire interior para establecer el correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación, el estándar ASHRAE 62-1989 de la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, recomienda un límite de 1000 ppm para satisfacer criterios de confort, (olor). Este mismo estándar sugiere, para aquellos contaminantes químicos que no tienen establecido un valor de referencia propio, una concentración de 1 /10 del valor recomendado (TLV) para ambientes industriales por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Sin embargo los valores para contaminación ambiental son mucho más bajos, por ejemplo, 1130 de los valores límites (Ley de protección del medio ambiente atmosférico, Art. 46.IV) o 40/168 x 1 /100 TLV (Ameg).

## Olores

Algunos gases y vapores ocasionan disconfort sensorial debido a olores e irritaciones que pueden producir ansiedad y estrés, especialmente cuando sus fuentes no están identificadas. Recientemente se han definido dos nuevas unidades, el olf y el decipol, para cuantizar fuentes de contaminación y niveles de contaminación tal como los percibe el ser humano. Un olf es el total de contaminantes (bioefluentes) aportados al aire por una persona estandar. Cualquier otra fuente se cuantizará como el número de personas estandar (olfs) necesarios para generar la misma insatisfacción que ella. Un decipol es la contaminación ambiental generada por una persona estandar (un olf), ventilada por 10 L/seg de aire no contaminado.

## Iones

Algunos autores defienden la hipótesis de que la ausencia de iones negativos en un ambiente cerrado puede ser el origen de un SEE. No existe sin embargo evidencia de que la utilización de generadores de iones tenga beneficios totalmente demostrables.

## Iluminación

Un nivel de iluminación bajo, un contraste insuficiente, los brillos excesivos y los destellos pueden ser causa de stress visual generador de irritación de ojos y dolores de cabeza. El uso prolongado de pantallas de visualización de datos (PVD) requiere una iluminación particularmente bien diseñada. Según las diferentes tareas visuales puede recomendarse para trabajos de oficina 500-1000 lux y para trabajos con PVD 150-300 lux en pantalla y 500 lux en teclado y documentos.

## Ruido

Conviene mantener los niveles de presión sonora en los límites de 60-70 dB(A) recomendados como confortables ya que valores superiores pueden producir fatiga. Sin embargo la naturaleza del ruido es un factor importante. Así los infrasonidos, los ruidos de baja frecuencia y los tonos puros puede causar irritabilidad y molestias. La Norma ISO 1966.2-1987 hace referencia a esta problemática.

## Vibraciones

Las vibraciones producidas en las cercanías de un edificio o debidas a máquinas instaladas en el mismo también pueden afectar.

Sobre este tema se han efectuado numerosos estudios que han llevado al establecimiento de las correspondientes Normas. (ISO 2631.1 y 2631.3-1985)

## **Ambiente térmico**

Se han desarrollado varios estandars sobre este tema. El más aceptado son el conjunto de las normas de confort térmico recomendadas en ISO 7730-1984 que establece un intervalo, óptimo de temperaturas (aire, radiante y simetría radiante) y condiciones para personas con diferentes intervalos metabólicos y usando diferentes ropas.

Los valores recomendados son:

- Temperatura operativa del aire: 22 °C  $\pm$ 2 °C para invierno y 24,5 °C  $\pm$ 1,5 °C para verano.
- Diferencia vertical de temperatura del aire entre 1, 1 m y 0,1 metros (cabeza y tobillo) inferior a 3 °C.
- Temperatura de superficie de suelo entre 19 y 26 °C (29 °C para sistemas de calefacción por suelo).
- Velocidad media del aire inferior a 0,15 m/seg en invierno y 0,25 m/seg en verano.
- Asimetría de temperatura radiante debida a planos verticales (ventanas, etc.) inferior a 10 °C.
- Asimetría de temperatura radiante debida a planos horizontales (techos, etc) inferior a 5 °C.

## **Humedad relativa**

Los procesos de humidificación causan serios problemas y han de ser vigilados cuidadosamente. No existe acuerdo sobre cual es el intervalo ideal de humedad relativa aunque el más generalizado se fija entre el 20 y el 60% (preferiblemente del 30 al 50%). Niveles muy altos de humedad, por ejemplo >70%, favorecen el incremento de hongos y otros contaminantes microbiológicos mientras que niveles inferiores al 30% ocasionan sequedad en las membranas mucosas.

## **Ventilación**

Una ventilación insuficiente es una de las causas más frecuentes de SEE. Normativa sobre aportes mínimos de aire existen en muchos países, pero varían de unos a otros así como entre zonas de no fumadores y de fumadores (intervalo entre 2,5 - 20 litros por segundo y por persona).

La International Energy Agency (IEA) indica que un aporte de aproximadamente 8 litros por segundo (cerca de 30 M<sup>3</sup> /h) por persona (actividad sedentaria) será adecuada para extraerlos bioefluentes humanos (olores) en áreas de no fumadores. En zona de fumadores el aporte de aire fresco debe ser mayor.

Por su parte el estándar ASHRAE 62-1989 propone para obtener una calidad aceptable de aire interior una serie de aportes mínimos de aire fresco. Estos valores pretenden mantener el CO<sub>2</sub> y otros contaminantes dentro de un adecuado margen de seguridad en función de una variabilidad en el tipo de espacios interiores, presuponiendo en la mayoría de los casos que la contaminación producida es proporcional al número de personas que los ocupan. Así para una oficina se recomienda un aporte mínimo por persona de 10 L/seg (cerca de 35 m<sup>3</sup> /h) y para una sala de fumadores este valor debe aumentarse hasta 30 L/seg por persona.

La ventilación en sí no debiera ser causa de problemas adicionales, sin embargo hay que cuidar el mantenimiento y limpieza de los equipos de ventilación y evitar recirculaciones de aire que puedan introducir nuevos contaminantes.

En cuanto a España, la Ordenanza establece una serie de condicionantes respecto a aporte de aire, velocidad del aire, temperatura y humedad relativa descritas en la NTP-243.

## **Factores psicosociales**

Los factores psicosociales pueden desempeñar un papel importante aumentando el estrés del personal. La organización del trabajo, la insatisfacción en general, el tiempo de trabajo, el contenido de la tarea, la comunicación y relación, etc. pueden afectar haciendo a la gente más influenciable por los factores ambientales.

## **Como efectuar las investigaciones asociadas a un edificio**

En general los problemas relacionados con un edificio se manifiestan cuando alguno(s) de sus ocupantes se quejan a la dirección o a los responsables del ambiente ocupacional de molestias e incomodidades tales como corrientes de aire, frío, calor, ruido, etc.

La primera respuesta debe ser comprobar si las condiciones operacionales de las instalaciones que regulan la ventilación del edificio son correctas. Es importante, en este punto, comprobar si las personas afectadas pueden modificar directamente la temperatura y la entrada de aire.

Si las condiciones operacionales son consideradas normales y las quejas continúan, habrá que iniciar una investigación técnica e higiénica para determinar la extensión y la naturaleza del problema. Esta investigación permitirá también estimar si los problemas pueden considerarse sólo desde un punto de vista funcional o si han de intervenir especialistas en higiene y psicología.

La Comisión de las Comunidades Europeas recomienda, para estudiar este tipo de problemas, un protocolo de actuación que se desarrolla en cuatro fases y que se resume en la Tabla 2.

**Tabla 2: Esquema de una investigación programada en un edificio enfermo**

FASE	TIPO DE INVESTIGACION	REALIZADA O PROPUESTA POR	ACTUACIONES (ejemplos)
Primera	Revisión general. Aplicación de los cuestionarios.	Médico ocupacional, representante o técnico de seguridad, técnico de mantenimiento.	Contactar expertos para evaluar y organizar las acciones a tomar. Informar
Segunda	Inspección y medidas preliminares de los indicadores de clima. Acciones correctoras puntuales.	Técnico de seguridad, técnico de ventilación.	Revisar sistema de ventilación (limpiar y ajustar). Separar fumadores. Aislar fuentes de contaminación.
Tercera	Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados	Técnico de seguridad, higienista industrial, técnico de ventilación	Aumentar la ventilación. Instalar o arreglar protectores solares.
Cuarta	Investigación médica. Análisis de contaminantes específicos.	Médico ocupacional, higienista industrial	Renovar mobiliario o materiales de construcción. Trasladar personal y cambiar el ritmo de las actividades. Instalar extracciones localizadas.

### Primera fase. Investigación inicial del edificio y planteo del problema

En esta fase preliminar se realiza una revisión general del edificio que pretende identificar el tipo y la gravedad del problema manifestado, para decidir si son precisas más investigaciones o incluso asesoramientos externos.

Cuando se llega a una conclusión válida respecto al tipo de problema y a las acciones que van a arbitrarse, conviene informar al personal que manifestó los problemas.

A continuación, se distribuye entre un cierto número de empleados, de forma aleatoria, un cuestionario de tipo sencillo referente a síntomas y quejas que incluya distintos factores. Las respuestas no van a ser utilizadas para tomar acciones individuales sino que se utilizarán como base estadística y para establecer si la prevalencia de síntomas excede un nivel aceptable Este dependerá de las circunstancias y características de cada país.

El cuestionario deberá distinguir, sin lugar a dudas, entre los síntomas experimentados en el interior y en el exterior del edificio. Debe también incluir cuestiones psicosociales y será estrictamente confidencial.

La revisión técnica del edificio y de las condiciones de instalación se basará en la información y en los planos suministrados por el personal de mantenimiento. La lista de "chequeo" que describa el edificio, los materiales de construcción, el tipo de instalaciones y el estado general del mismo debería incluir por ejemplo:

- Edad del edificio.
- Información sobre las renovaciones realizadas durante los últimos años (trabajos y fechas).
- Número de personas por oficina (promedio y max.).
- Área de oficina por persona ( promedio y min.).
- Volumen de aire por persona (promedio y min.).
- Suelos: material y recubrimiento.
- Paredes: material y recubrimiento.
- Techo: material y recubrimiento.
- Sistema de calefacción: tipo y sistema de regulación.
- Sistema de ventilación: ventilación natural, extracción y/o sistema de suministro de aire mecánico, filtros. Para sistemas de suministro de aire: información adicional sobre recirculación, humidificación, enfriamiento de aire, localización de la toma de aire.
- Regulación de la ventilación: aporte de aire exterior y los correspondientes aportes promedio y mínimo por persona (litros/segundo persona) Indicar si estos valores se basan en presunciones, criterios de diseño o medidas realizadas.
- Procedimiento de funcionamiento para los sistemas de calefacción y ventilación: parada nocturna, recirculación, humidificación.
- Procedimientos de limpieza: diaria, semanal, mensual, procedimientos anuales para los suelos, muebles, etc. (cambios recientes en las métodos).
- Condiciones de iluminación: general, individual.
- Equipos generadores de ruido, contaminación, calor: tipo y localización. Utilización de productos que pueden ocasionar el deterioro de la calidad del aire (productos de limpieza, vaporizadores para plantas, etc.).
- Escapes de agua (anteriores o actuales).
- Medidas efectuadas del clima interior.

### Segunda fase. Medidas de inspección y guía

En esta fase se comparará el uso y el funcionamiento actual del edificio con el diseño y la función de la planta original y se tomarán acciones correctoras puntuales.

Hay que considerar aspectos tales como:

- Humo de tabaco. Lugar y cantidad de su presencia. Posible recirculación.
- Materiales de construcción y mobiliario.
- Localización de las fotocopiadoras e impresoras láser ¿Están en habitaciones separadas y ventiladas?
- Olores. Caracterización e identificación de las fuentes.
- Nivel de limpieza. Polvo en alfombras, estanterías, etc.
- Manipulación de gran cantidad de papel. Fuentes de polvo orgánico y gases originados en la impresión.
- Presencia de plantas verdes. Utilización de productos químicos para su tratamiento.
- Humedades, escapes de agua.
- Presencia de mohos.
- Infiltraciones de aire procedente de garages, laboratorios, restaurantes, tiendas, etc. del mismo edificio.
- Situación de la toma de aire exterior teniendo en cuenta su separación de la salida de contaminantes por los extractores de los sistemas de ventilación.
- Uso de humidificadores y situación. ¿Se limpian regularmente?
- Aberturas de entrada y salida de aire. ¿Están limpias sin estar bloqueadas por el polvo?
- Uso de protectores de sol.
- Número de empleados en las oficinas. ¿Son los inicialmente planificados?
- Deben realizarse medidas aleatorias de indicadores de calidad de aire y de clima, tales como CO<sub>2</sub>, y temperatura del aire, controlar las corrientes de aire utilizando ampollas de humo y evaluar aquellos factores que en los cuestionarios se mencionen como molestos (por ej. ruido o iluminación). Se revisaran habitaciones con y sin problemas.

### **Tercera fase. Medidas de ventilación, indicadores de clima y otros factores implicados**

Si las acciones tomadas en las fases anteriores no han logrado disminuir los problemas, en esta fase se realizará un análisis completo del sistema de ventilación y del clima del ambiente interior. Para ello se volverá a pasar el cuestionario inicial unos meses después de haber tomado las acciones correctoras previas. Evidentemente en el caso de que se presenten variaciones estacionales, en los síntomas y en las quejas, respecto a factores climáticos específicos puede complicarse la evaluación de esta segunda versión del cuestionario.

#### **Ventilación**

- Inspección visual de la acumulación de suciedad y polvo en los filtros, baterías de calentamiento y de enfriamiento y en los intercambiadores de calor.
- Control del ajuste de temperaturas, interruptores de inicio y parada.
- Comprobación del funcionamiento de los sistemas de control automático.
- Medida del grado de recirculación.
- Medida de los flujos de suministro y extracción para todo el sistema y muestreo representativo de las habitaciones.
- Medidas del intercambio de aire.
- Medidas de la eficacia de la ventilación cuando se sospechen riesgos debidos a que ésta sea baja.

#### **Calidad del aire y otros factores**

- Habrá que medir de nuevo los indicadores de calidad del aire tales como CO<sub>2</sub> y CO y de calidad de clima como la temperatura del aire, pero más extensamente que antes e incluir los cambios diarios que puedan presentarse. En esta fase, sino se han hecho antes, hay que hacer medidas de factores específicos. Los factores específicos a medir vendrán sugeridos por la inspección inicial del edificio y por las respuestas del cuestionario.
- En edificios de nueva construcción o reformados, si la presencia de olores es significativa, se medirá la presencia de compuestos orgánicos volátiles totales o individuales (en especial irritantes fuertes) y si los materiales de construcción o los muebles son una posible fuente de olor importante, también se medirá el formaldehído. En cortos periodos pueden darse amplias variaciones de los niveles (horas). Pueden identificarse fuentes de contaminación estimando la calidad del aire (en decipol) y midiendo el suministro exterior de aire tal como describen Fanger y col. Para identificar fuentes hay que comprobar separadamente los distintos compartimentos.
- En aquellas habitaciones en las que se observe la presencia dañada o no protegida de materiales aislantes a base de fibras minerales habrá que efectuar mediciones de fibras. Se recomendará su sustitución o sellado.
- En aquellas situaciones en que se sospeche una escasa limpieza o en las que se manipulen, por ejemplo, grandes cantidades de papel, como puede ocurrir en los edificios dedicados a oficinas, habrá que medir el contenido de polvo en el aire y en el suelo. También puede ser importante evaluar la composición del polvo.
- Medida de la iluminación. Incluso en ausencia de quejas los usuarios de pantallas de ordenadores pueden tener problemas de iluminación no reconocidos.
- Medidas de ruido. Hay que prestar una especial atención a los ruidos de baja frecuencia generados por los sistemas de ventilación u otras maquinarias así como a aquellos sonidos de frecuencias muy concretas, especialmente irritantes, propios de las máquinas de oficina.
- Medidas de la correcta distribución de las corrientes de aire.
- Cuando el techo esté más caliente que el aire habrá que medir la temperatura del techo o la temperatura de plano radiante correspondiente a esa superficie.

### **Cuarta fase. Examen médico e investigaciones asociadas**

En esta fase se efectuará un examen médico en el que puede ser necesario examinar empleados con y sin síntomas. El examen lo realizará, en general, una unidad médica ocupacional.

Además de estos exámenes pueden estudiarse algunas exposiciones específicas. Estas pueden consistir en un estudio cualitativo de

los compuestos orgánicos volátiles acompañada de una evaluación toxicológica. Otra posibilidad es un estudio microbiológico junto con tests de provocación.

Los exámenes médicos, que pueden incorporar un cuestionario detallado relacionado con los síntomas, deben siempre incluir preguntas relacionadas con las condiciones psicológicas en el trabajo, las relaciones individuales entre compañeros y con los superiores y el tipo de trabajo que se está realizando ya que todo ello puede influir en los síntomas. Normalmente no es necesario llegar a esta fase ya que en general los problemas en los edificios se solucionan en las fases previas. Hay que comprobarlo usando el cuestionario original algún tiempo después de que las medidas correctoras derivadas de la tercera fase hayan sido puestas en práctica.

## Muestreo y análisis de contaminantes ambientales

Al plantearse como último paso el control analítico de un aire interior se presenta el problema de la existencia de un elevado número de espacios individuales con diferentes fuentes contaminantes en los que no siempre es posible utilizar sistemas de muestreo voluminosos y/o ruidosos. En general suelen, por tanto, tomarse las muestras con sistemas relativamente pequeños y silenciosos para proceder a su análisis a continuación en el laboratorio.

Otro problema muy importante que presenta el análisis de un aire interior es el de la representatividad de las muestras de aire, para distintos espacios, tomando sólo un número limitado de muestras. La estrategia del muestreo es por tanto un factor de la mayor importancia.

Suponiendo un cierto conocimiento de las fuentes potenciales de contaminación y del tipo de contaminantes, desarrollar una estrategia de muestreo implica responder a las preguntas de cuándo, con qué frecuencia y de qué duración han de tomarse las muestras.

Los parámetros determinantes para una estrategia de muestreo en el caso de contaminantes químicos en ambientes interiores vienen dados principalmente por la situación dinámica del ambiente interior y el objetivo del muestreo, en función de los contaminantes o tipos de contaminantes que interese analizar.

Los **factores dinámicos** de un interior están caracterizados por la variabilidad de emisión de las fuentes contaminantes, las diferencias entre espacios y las diferentes condiciones de ventilación y climáticas pudiendo además estar muy influidos por los distintos tipos de contaminantes.

Los **objetivos del muestreo** pueden ser la determinación de concentraciones promedio o de concentraciones pico. En otros casos puede interesar el conocimiento de las concentraciones personales, de la exposición individualizada, el grado de cumplimiento con los valores de referencia indicados en las guías, efectuar un estudio, identificar fuentes, determinar los modelos de la contaminación del aire, etc. Por tanto la estrategia de muestreo puede ser muy variada, siendo muy importante el momento en que se toma la muestra y las condiciones del edificio (hora, situación del aire acondicionado, ocupación, etc.), así como la duración y frecuencia del muestreo, la localización y el garantizar la calidad de este muestreo.

## Enfoque científico del problema y tendencias actuales

En base al conocimiento actual parece improbable que las enfermedades y molestias relacionadas con los edificios puedan ser totalmente erradicadas, sin embargo pueden conseguirse unas condiciones aceptables que se mantengan durante periodos indefinidos de tiempo. Incluso en muchas investigaciones en las que no se puedan identificar las causas, pueden minimizarse los efectos a base de prestar suficiente atención al diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado y de ventilación, al ambiente de trabajo en general y a los aspectos anímicos del personal que trabaja en estos edificios. Desde el punto de vista técnico se pueden destacar una serie de acciones que pueden mejorar los ambientes interiores, tales como:

- Desarrollar materiales de construcción no contaminantes.
- Un mejor conocimiento de los mecanismos provocadores de irritaciones y olores.
- Mejor identificación de la naturaleza de los contaminantes y de sus fuentes.
- Sustitución de productos problemáticos por otros menos contaminantes.

## Bibliografía

(1) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL HYGIENISTS (ACGIH)  
**Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1990-1991**  
Cincinnati, Ohio, (1990)

(2) AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE)  
**Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality**  
ASHRAE Standard 62-1989. Inc., Atlanta, GA., (1989)

(3) BAASEL, W.D.  
**Economic Methods for Multipollutant Analysis and Evaluation**  
Col.: Pollution Engineering and Technology No. 25. Marcel Dekker, N. Y., (1985)

(4) BERENQUER M.J. y MARTÍ M.C.  
**Ambientes cerrados: calidad del aire**  
NTP-243. I.N.S.H.T, Madrid (1989)

(5) COST project 613

**Sick Building Syndrome. A Practical Guide**

Comisión de las Comunidades Europeas, Report EUR 12294 EN, Luxembourg 1989

(6) COST project 613

**Strategy for Sampling Chemical Substances in Indoor Air**

Comisión de las Comunidades Europeas, Report EUR 12617 EN, Luxembourg 1989

(7) FANGER P.O.

**Introduction of the off and decipol-unit to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors**

Energy and Buildings, 12, 1-6 (1988)

(8) INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

**Energy conservation In building and community systems programme. Annex IX: Minimum ventilation rates**

L. Trepte, P. Warren and V. Meyringer Eds, Internat. Energy Agency, Paris 1987

(9) INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO)

**Moderate thermal environments. Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**

L. Trepte, P. Warren and V. Meyringer Eds, Internat. Energy Agency, Paris 1987. ISO 7730, Genève 1984

(10) INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO)

**Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements**

ISO 2631. 1, Genève 1985

(11) INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO)

**Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 3: Evaluation of exposure to whole-body z-axis vertical in the frequency range 0,1 to 0,63 Hz**

ISO 2631.3, Genève 1985

(12) INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO)

**Acoustics. Description and measurement of environmental noise. Part 2: Acquisition of data pertinent to land use**

ISO 1966.2, Genève 1987

(13) SYKES J.M.

**Sick Building Syndrome: A Review**

Specialist Inspector Reports. No 10. Health and Safety Executive. London. June 1988 (Reprinted August 1989)

(14) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)

**Indoor air pollutants: exposure and health effects**

EURO Reports and Studies No 78, WHO Regional Office for Europe. Copenhagen 1983

(15) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)

**Indoor air quality research**

EURO Reports and Studies No 103, WHO Regional Office for Europe. Copenhagen 1986

(16) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)

**Air Quality Guidelines for Europe**

WHO Regional Publications, European Series No. 23. Copenhagen 1987