



FICHA TÉCNICA

AUTOR: PEÑA CASTIÑEIRA, Manuel.

TÍTULO: Cómo detectar y tratar el *Síndrome del edificio enfermo*.

FUENTE: *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, nº 28, pág. 32, junio 2006.

RESUMEN: La proliferación de edificios de oficinas cada vez más herméticos y que carecen de ventilación natural favorece la aparición del *Síndrome del edificio enfermo* (SEE). En este artículo se analizan los efectos de la mala calidad del aire en la salud, se describen las características comunes de los edificios enfermos y los posibles orígenes de la contaminación. Para detectar o evitar este problema, se puede seguir el protocolo de actuación que recomienda la Comisión de las Comunidades Europeas. Para minimizar o evitar sus consecuencias, es necesario prestar atención al diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado y de ventilación, al ambiente de trabajo en general y a los aspectosánicos del personal que trabaja en estos edificios.

DESCRIPTORES:

- Síndrome del edificio enfermo.
- Calidad del aire.
- Ambiente ocupacional.
- Contaminantes estructurales.
- Medidas de ventilación y clima.

Cómo detectar y tratar el *Síndrome del edificio enfermo*

¿Los empleados se quejan de que hace frío o calor, o de que sienten corrientes de aire? ¿Cada vez son más los que se encuentran mal durante las horas de trabajo? Si el edificio o centro de trabajo tiene una ventilación deficiente y gran parte de sus superficies interiores están recubiertas de material textil es probable que *padezca algún tipo de enfermedad*. La solución está en realizar un profundo estudio, para conocer las causas, y, casi siempre, en rediseñar el sistema de ventilación.

Manuel Peña Castiñeira, secretario general del Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social.

Como consecuencia del gran porcentaje de tiempo que el hombre urbano pasa en ambientes cerrados, contaminados en mayor o menor medida, cada día adquiere mayor importancia los efectos que puede provocar la mala calidad del aire en la salud de los trabajadores. Estos problemas se han visto potenciados con el diseño y construcción de edificios cada vez más herméticos (oficinas, inmuebles públicos, galerías comerciales, residencias particulares, etcétera), en los que la recirculación del aire adquiere un papel relevante con objeto de asegurar un ahorro de energía. Sin embargo, los ambientes que no disponen de ventilación natural pueden ser áreas de exposición a contaminantes.

Hoy día, no se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar la mala calidad del aire para la salud de los trabajadores. Los estudios realizados recientemente se orientan hacia la identificación de los diferentes contaminantes que pueden encontrarse en el interior de grandes edificios construidos y decorados con modernos materiales. La conclusión que se desprende de estos informes es que el problema de la contaminación en ambientes interiores exige un tratamiento peculiar y diferente de los que tradicionalmente se vienen siguiendo en la contaminación del entorno de trabajo y del medioambiente.

Conviene, por lo tanto, hacer un recorrido por los posibles efectos que sobre la salud puede originar una mala calidad del aire interior, así como por el origen de dicha contaminación, y una valoración de los diferentes factores que influyen en ella.

Efectos sobre la salud relacionados con un edificio

Antes de describir con mayor profundidad los síntomas más característicos, es preciso resaltar que la sintomatología presentada por los afectados no suele ser severa y, al no ocasionar un exceso de bajas por enfermedad, se tiende a menudo a minimizar los efectos; sin embargo, estos se traducen en una sensación general de *discomfort*. Cuando estos síntomas llegan a afectar a más del 20 por ciento de los ocupantes de un edificio, se habla del *Síndrome del edificio enfermo* (SEE).

GRÁFICO 1

Sintomatología combinada (Síndrome del edificio enfermo)



Los síntomas que definen al SEE pueden agruparse en diferentes categorías, que se desarrollan en el gráfico 1 y son los siguientes:

- > **Oculares:** escozor y/o enrojecimiento, lagrimeo...
- > **Vías respiratorias superiores:** rinorrea (goteo nasal), congestión nasal, picor nasal, estornudos en salva, sequedad de garganta, dolor de garganta, ronquera, sed...
- > **Pulmonares:** opresión torácica, sensación de ahogo, pitidos, tos seca...
- > **Cutáneos:** eritema (enrojecimiento), sequedad cutánea, prurito generalizado, prurito localizado...
- > **Generales:** dolor de cabeza, somnolencia, letargo, dificultad de concentración, irritabilidad, mareos...

Otro de los factores que conviene tener presente a la hora de diagnosticar el SEE, además de los síntomas enumerados, es la relación temporal de estos con el edificio en cuestión, ya que, por un lado, el inicio de los síntomas será posterior al comienzo del trabajo en el edificio y, por otro, los síntomas tendrían que desaparecer o mejorar al final de la jornada laboral, durante los fines de semana o en vacaciones.

Características comunes de los edificios enfermos

Normalmente, ningún edificio debe considerarse permanentemente enfermo. Sin embargo, en la práctica y según la Organización Mundial de la Salud (OMS), tienen una serie de características comunes:

- > Casi siempre cuentan con un sistema de ventilación forzada que generalmente es común a todo el edificio o a amplios sectores y existe recirculación parcial del aire. Algunos inmuebles 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, lo que 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.

Origen de la contaminación en ambientes interiores

Antes de analizar con mayor profundidad los contaminantes de naturaleza físico-química que pueden estar presentes en el interior de los edificios, conviene tener en cuenta los numerosos factores de riesgo que pueden ser considerados en el caso de un edificio enfermo. Así, hay que tener en cuenta los conductos de entrada del aire (si hay ventanas, cortinas o persianas), los laminados de los muebles, las tapicerías de las sillas o los componentes plásticos de los equipos, los revestimientos de los suelos, los pa-

neles en el falso techo, si la oficina cuenta con plantas, etc.

- > **Contaminantes químicos.** El número y variedad de posibles contaminantes es grande y sus orígenes pueden ser muy diversos. Los más significativos son, entre otros, el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO), los aldehídos, los óxidos de nitrógeno, los metales y los vapores orgánicos. Por otro lado, los materiales de construcción y decoración del edificio, así como los muebles y demás elementos pueden ser también causantes de la presencia en el aire de formaldehído, vapores orgánicos y polvo.
- > **Partículas en suspensión.** Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, con efectos importantes para personas

con problemas de asma. En los ambientes no industriales, la principal fuente de partículas de pequeño diámetro (entre dos y tres micrometros) es el humo de tabaco y los aerosoles procedentes de distintos tipos de pulverizadores.

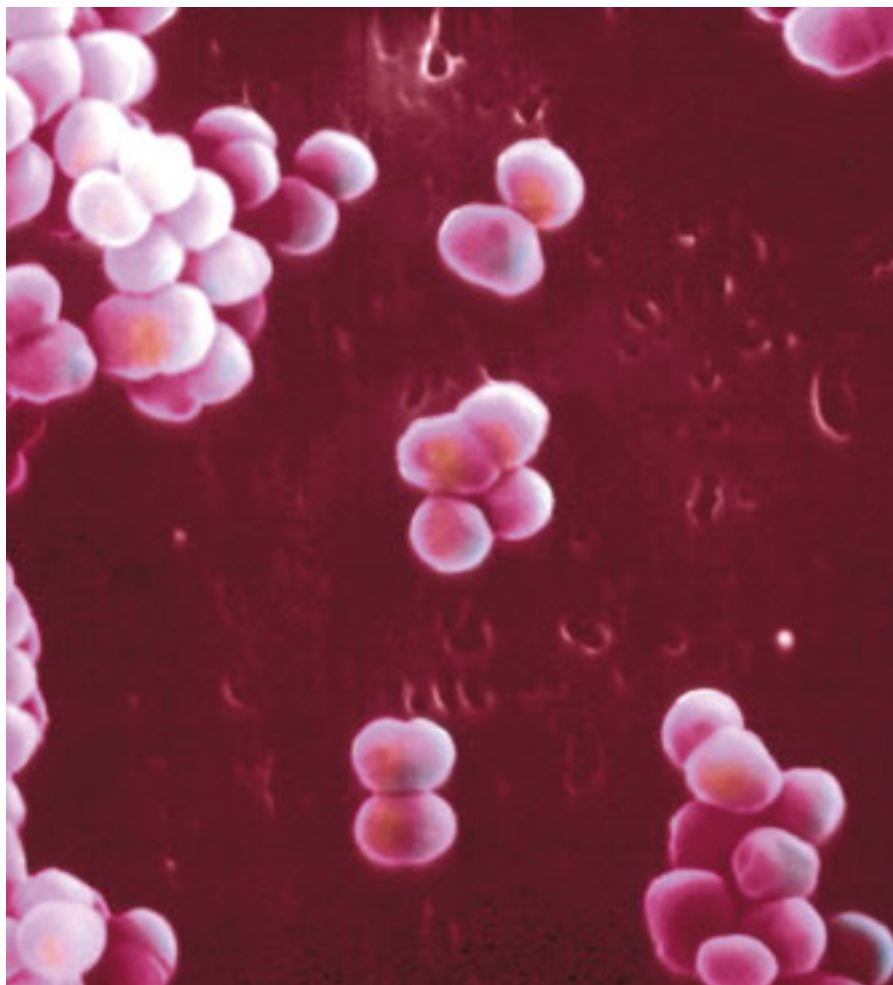
- > **Compuestos orgánicos volátiles (VOCs).** Los materiales de construcción pueden ser fuente de contaminación por liberación de compuestos químicos orgánicos volátiles. En este sentido, destacan los muebles y elementos de decoración de madera y caucho, los agentes sellantes, colas, barnices y materiales textiles. Entre los disolventes detectados con mayor frecuencia se hallan hidrocarburos alifáticos y aromáticos, así como derivados halogenados de estos, como los freones y el 1,2-dicloroetano.

Comentario aparte merece el formaldehído, empleado extensamente en la formulación de plásticos y resinas, especialmente usadas como aislantes térmicos, barnices, muebles y decoración. Puede ocasionar irritación en las vías respiratorias y alergias, y está considerado por algunas fuentes como una sustancia sospechosa de inducir procesos cancerígenos.

Una vez conocidos los posibles agentes químicos que pueden aparecer en ambientes interiores, es necesario disponer de criterios de evaluación que permitan valorar con mayor o menor objetividad las condiciones generales de calidad del aire de un edificio, tras efectuar las mediciones y muestreos oportunos.

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 todavía se sabe poco de los resultados de estas interacciones. 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.

Algunos de los límites propuestos en las guías para el establecimiento de la calidad del aire se pueden ver en la tabla 1.



© Stock Photos, 2006

Existen microorganismos que pueden estar presentes en el aire interior del edificio, como son: agentes infecciosos, antígenos y toxinas.

TABLA 1

Valores de referencia de calidad del aire, según EPA*

Contaminante	Exposición prolongada			Exposición corta		
	Concentración promedio			Concentración promedio		
	ug/m ³	ppm	tiempo	ug/m ³	ppm	tiempo
Dióxido de azufre	80	0,03	1 año	365	0,14	24 horas
Monóxido de carbono	—	—	—	40.000 10.000	35 9	1 hora 8 horas
Dióxido de nitrógeno	100	0,053	1 año	—	—	—
Ozono (Oxidantes)	—	—	—	235	0,12	1 hora
Plomo	1,5	—	3 meses	—	—	—
Partículas totales	75	—	1 año	260	—	24 horas
Radón	0,2 picocuries por litro					

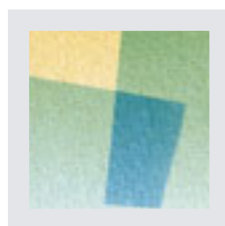
* La agencia estadounidense de Protección Ambiental

Contaminantes microbiológicos

De la misma forma que se han considerado los contaminantes químicos, cabe también hacer referencia a los microorganismos que pueden estar presentes en el aire interior de los edificios. Es posible clasificarlos básicamente en agentes infecciosos (virus, hongos patógenos, etcétera), antígenos (proteínas, glicoproteínas o carbohidratos con peso molecular superior a 10⁴ daltons procedentes de microorganismos, artrópodos o animales) y toxinas (endotoxinas bacterianas y micotoxinas).

Es importante reseñar por último que, a diferencia de lo que sucede con los contaminantes químicos, no existen criterios de valoración de tipo teórico, como los TLVs de la asociación estadounidense ACGIH –institución que agrupa a más de 3.000 profesionales y expertos del ámbito de Higiene del Trabajo–, debido posiblemente a la gran variabilidad de factores relativos a la propia naturaleza de la contaminación microbiológica.

> **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.



Aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural pueden ser áreas de exposición a contaminantes

Recientemente se han definido dos nuevas unidades, el olf y el decipol, para cuantificar fuentes de contaminación y niveles de contaminación tal como los percibe el ser humano.

Un olf es el total de contaminantes (biofluentes) aportados al aire por una persona estándar. Cualquier otra fuente se cuantificará como el número de personas estándar (olf) necesarios para generar la misma insatisfacción que ella.

Un decipol es la contaminación ambiental generada por una persona estándar (un olf), ventilada por 10 L/seg de aire no contaminado.

Agentes físicos

En relación con los parámetros de naturaleza física que, por su importancia, pueden tener gran influencia en la valoración de confort de un edificio de oficinas, hay que tener en cuenta:

> **Ambiente térmico.** Son varios los parámetros que intervienen cuando se estudia el ambiente térmico: la temperatura seca del aire, la humedad relativa (factor fundamental dentro de la evaluación del confort térmico), la temperatura radiante media y la velocidad del aire, además de la actividad desarrollada

por los ocupantes del edificio, la vestimenta, la edad, etcétera.

Los valores recomendados son:

- Temperatura operativa del aire: 22°C ± 2°C para invierno y 24,5°C ± 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 cuál es el intervalo ideal de humedad relativa aunque el más generalizado se fija entre el 20 y el 60 por ciento (preferiblemente del 30 al 50 por ciento).

Niveles muy altos de humedad, por ejemplo de más del 70 por ciento, favorecen el incremento de hongos y otros contaminantes microbiológicos mientras que niveles inferiores al 30 por ciento ocasionan sequedad en las membranas mucosas.

> **Ventilación.** Una ventilación insuficiente es una de las causas más frecuentes del SEE. Normativas 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 de entre 2,5 - 20 litros por segundo y por persona).

> **Ruido.** Un ambiente ruidoso puede distraer la atención de las personas y puede producir situaciones de estrés, dolor de cabeza y fatiga. Por esta razón, es aconsejable que el nivel de ruido no sobrepase los 65 dB(A) si no se precisa gran concentración y los 55 dB(A) cuando se requiere un alto nivel de atención (Tabla 2).

> **Iluminación.** Un nivel de iluminación bajo, un contraste insuficiente, los brillos excesivos y los deslumbramientos son causa de estrés visual generador de irritación de ojos y dolores de cabeza. El uso prolongado de pantallas de visualización de datos requiere una iluminación particularmente bien diseñada.

La falta de luz natural puede también estar en el origen de quejas inicialmente relacionadas con una pobre calidad de aire. En este sentido, según el proyecto de la norma europea prEN-12464, donde se relacionan actividades y niveles de iluminación, el nivel recomendado para trabajos de oficina está en el intervalo 500-1.000 lux.

En cuanto a trabajos con pantallas de visualización de datos, se recomiendan niveles de 250-300 lux en pantallas para caracteres claros y fondo oscuro, y 500 lux en teclado y documentos. En este sentido, hay que valorar si las ventanas tienen persianas de láminas o cortinas, dónde se encuentra la línea de luminarias, cómo se ha diseñado el puesto de trabajo, la ubicación de la mesa y la silla...

> **Vibraciones.** Las vibraciones producidas en las cercanías de un edificio o por las propias máquinas instaladas en él 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.

Cómo efectuar las investigaciones en un edificio

En general, los problemas relacionados con un edificio se manifiestan cuando alguno(s) de

TABLA 2

Tipos de recintos	Rango de niveles de exposición al ruido que pueden aceptarse
Fábricas para ingeniería pesada	55-75
Fábricas para ingeniería ligera	45-65
Cocinas industriales	40-50
Recintos deportivos y piscinas	35-50
Grandes almacenes y tiendas	35-45
Restaurantes, bares, cafeterías y cafeterías privadas	35-45
Oficinas mecanizadas	40-50
Oficinas generales	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de Justicia y aulas	30-35
Viviendas, dormitorios	25-35
Salas de hospitales y quirófanos	25-35
Cines	30-35
Teatros, salas de juntas, iglesias	25-30
Salas de conciertos y teatros de ópera	20-25
Estudios de registro y reproducción sonora	15-20

TABLA 3

Esquema de una investigación programada en un edificio enfermo

FASE	Tipo de investigación	Realizada o propuesta por	Actuaciones (ejemplos)
Primera	Revisión general. Aplicación de los cuestionarios.	Médico ocupacional, representante o técnico de seguridad, técnico de mantenimiento.	Contactar con 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.

sus ocupantes se quejan a la dirección o a los responsables del ambiente ocupacional de molestias e incomodidades, como corrientes de aire, frío, calor, ruido, etcétera.

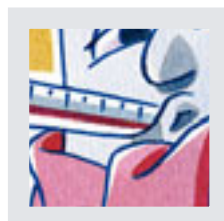
La primera respuesta debe ser comprobar si las condiciones operacionales de las instalaciones que regulan la ventilación del edificio son correctas. Es importante, en este punto, comprobar si las personas afectadas pueden modificar directamente la temperatura y la entrada de aire.

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 3.

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

En esta fase preliminar se realiza una revisión general del edificio que pretende identificar



Se desconocen los efectos de ciertas sustancias sobre el organismo cuando la exposición es a muy bajas concentraciones



el tipo y la gravedad del problema manifestado, para decidir si son precisas más investigaciones o incluso asesoramiento externo. Cuando se llega a una conclusión válida respecto al tipo de problema y a las acciones que van a arbitrase, 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 tenga en cuenta distintos factores. Las respuestas no van a ser utilizadas para tomar acciones individuales, sino que se usarán como base estadística y para establecer si la prevalencia de síntomas excede un nivel aceptable, que dependerá de las circunstancias y características de cada país.

El cuestionario debe distinguir, sin lugar a dudas, entre los síntomas experimentados en el interior y en el exterior del edificio. Debe también incluir cuestiones psicosociales y ser 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:

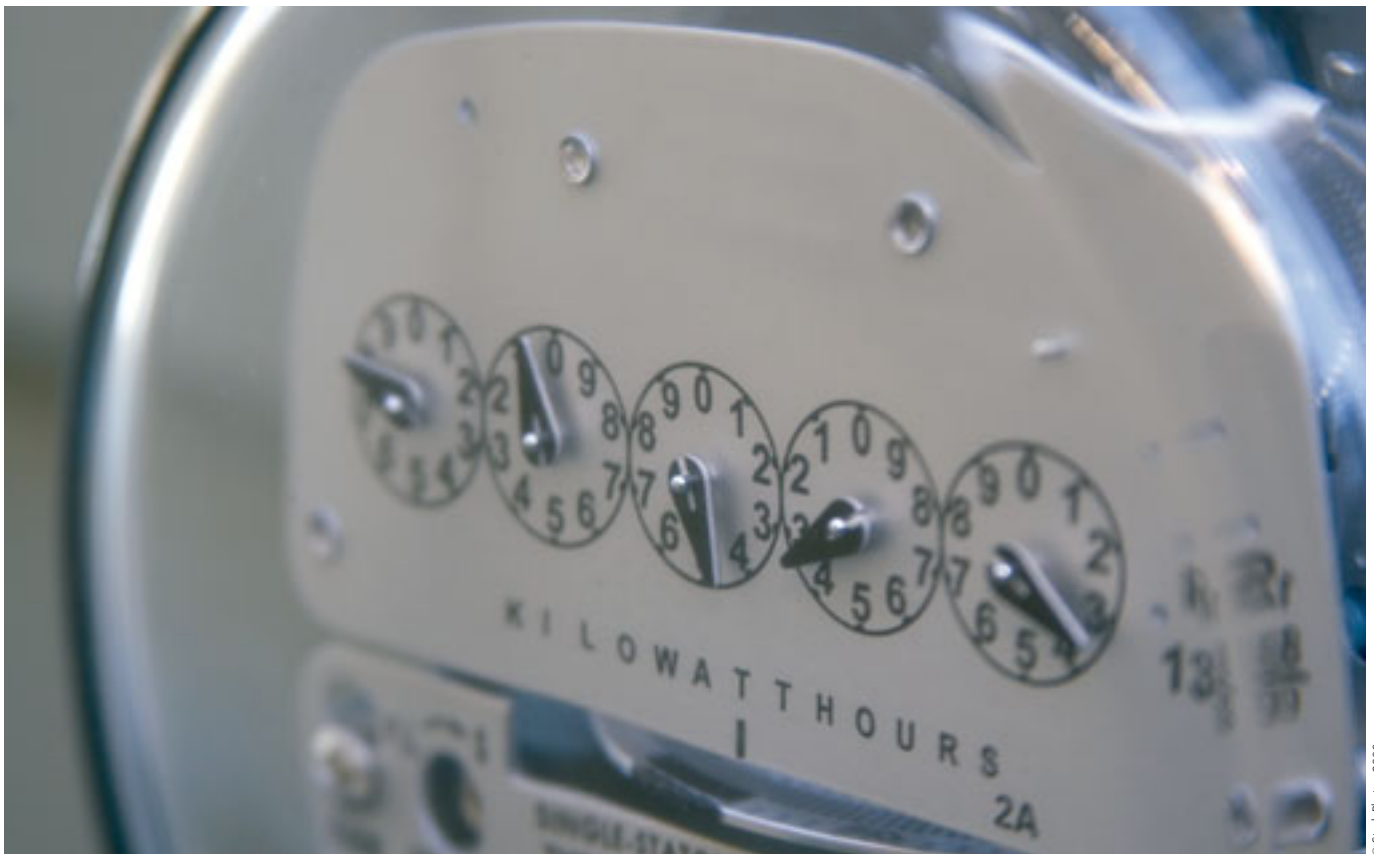
- Edad del edificio.
- Información sobre las renovaciones realizadas durante los últimos años (trabajos y fechas).
- Número de personas por oficina (promedio y máximo).
- Área de oficina por persona (promedio y mínimo).
- Volumen de aire por persona (promedio y mínimo).
- Suelos: material y recubrimiento.
- 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). Es preciso 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, etcétera; cambios recientes en las metódicas.

- 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, etcétera).
- Escapes de agua (anteriores o actuales).
- Medidas efectuadas de 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, como:



© Stock Photos, 2006

Deben realizarse medidas aleatorias de indicadores de calidad de aire y de clima, tales como CO₂, y temperatura del aire, controlar las corrientes de aire y evaluar los factores que en los cuestionarios se califiquen como molestos.



Los problemas relacionados con un edificio se manifiestan cuando los ocupantes se quejan de molestias e incomodidades, y los síntomas desaparecen o mejoran al final de la jornada laboral o durante los fines de semana

- Humo de tabaco: lugar y cantidad de su presencia, posible recirculación (en los lugares habilitados para tal fin según la legislación vigente).
- 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, etcétera.
- 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 garajes, laboratorios, restaurantes, tiendas... 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 CO₂, y temperatura del aire, controlar las corrientes de aire utilizando ampollas de humo y evaluar aquellos factores que en los cuestionarios se mencionen como moles-

tos (por ejemplo, ruido o iluminación). Se revisaran habitaciones con y sin problemas.

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

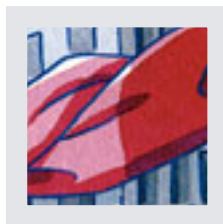
Si las acciones tomadas en las fases anteriores no han logrado disminuir los problemas, en este momento debe realizarse un análisis completo del sistema de ventilación y del clima del ambiente interior. Para ello, se volverá a pasar el cuestionario inicial unos meses después de haber tomado las acciones 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 de 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 CO₂ 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, si no se han



hecho antes, hay que llevar a cabo medidas de factores específicos, sugeridos por la inspección inicial del edificio y por las respuestas del cuestionario.

- En inmuebles 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 períodos 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 colaboradores. 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 las 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 tanto en el aire como 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.

Una investigación técnica e higiénica permitirá determinar si los problemas pueden considerarse sólo desde un punto de vista funcional o si han de intervenir especialistas en higiene y psicología

- Cuando el techo esté más caliente que el aire habrá que medir la temperatura del techo o la temperatura de piano 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, pueden estudiarse algunas exposiciones específicas. Éstas pueden consistir en un estudio cualitativo de los compuestos orgánicos volátiles acompañado de una evaluación toxicológica. Otra posibilidad es un estudio microbiológico junto con test de provocación.

Los exámenes médicos, que pueden incorporar un cuestionario detallado sobre 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 del 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. Por tanto, suelen tomarse las muestras con sistemas relativamente pequeños y silenciosos para proceder a continuación a su análisis en el laboratorio.

Otro problema muy importante que presenta el análisis del aire interior es el de la representatividad de las muestras de aire para distintos espacios, tomando sólo un número limitado de



© Stock Photos, 2006

En aquellas situaciones en las que se manipulan, por ejemplo, grandes cantidades de papel, como puede ocurrir en los edificios dedicados a oficinas, habrá que medir el contenido de polvo tanto en el aire como en el suelo.

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, y pueden 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 interesa el conocimiento de las concentraciones personales, de la exposición individualizada, el grado de complementación con los valores de referencia indicados en las guías, efectuar un estudio, identificar fuentes, determinar los modelos de la contaminación del aire, etcétera. 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 la garantía de la calidad de este muestreo.

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 es posible identificar las causas, pueden minimizarse los efectos con 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, 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. ||