

MSc. Magaly Caballero<sup>1</sup>Md. Víctor Ml. Cartín\*<sup>1</sup>MSc. María del Rosario Alfaro<sup>2</sup>

# CALIDAD DEL AIRE EN DOS CENTROS HOSPITALARIOS Y OCHO CLÍNICAS VETERINARIAS EN COSTA RICA

## Resumen

La calidad del aire en espacios cerrados o intradomiciliarios, es uno de los factores más importantes en la calidad de vida de los individuos puesto que pasamos del 80 a 90% de nuestro tiempo en espacios cerrados (1). En Latinoamérica poco se ha estudiado de este tema y Costa Rica no es la excepción. No hay estudios exhaustivos sobre la calidad del aire en diferentes centros humanos (hospitales, escuelas, supermercados, oficinas, fábricas, etc.) y tampoco en centros veterinarios (hospitales, clínicas, consultorios) que permitan identificar cuál es la situación sobre el tema.

En este artículo evaluamos la calidad del aire en ocho clínicas y consultorios veterinarios y en dos hospitales públicos en Costa Rica. Los estudios fueron llevados a cabo en el año 2003 y 2004. Planteamos como la calidad del aire interno puede incidir en la salud de los ocupantes, tanto pacientes como de los trabajadores del lugar.

Este estudio ha permitido un primer tratamiento del tema e identificación de los niveles de contaminación interna para contaminantes del aire tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono, sistemas de ventilación, concentración de bacterias y hongos de una manera sencilla, permitiendo con el conocimiento de la situación ofrecer medidas correctivas a los problemas detectados. Se encontró que en general la contaminación microbiana del ambiente es aceptable, no así para material particulado, estos datos se dan tanto en los centros hospitalarios humanos como en los centros veterinarios.

En ambos sitios, centros hospitalarios como clínicas veterinarias, las prácticas ocupacionales por lo general provocan un aumento en la concentración de vectores contaminantes.

**Palabras clave:** Contaminación del aire. Microbiología del aire. Dióxido de carbono. Monóxido de Carbono. Bacterias. Hongos. Costa Rica.

## Summary

Given that 80% to 90% of our time is spent indoors (1), air quality in closed or intradomiciliar spaces is one of the most important factors in our quality of life. In Latin America, this topic has not been very well studied and Costa Rica is not the exception. Thus, there are no publications which allow the study of indoor air quality in different either human (hospitals, schools, supermarkets, offices, factories and the like) or veterinary centers (hospitals, clinics, offices).

In this article we evaluate indoor air quality in eight veterinary clinics and in two public hospitals in Costa Rica; these studies were carried out in 2003 and 2004. We postulate a mechanism whereby indoor air quality can affect the health of the dwellers of these spaces, be they patients or workers.

This study has allowed an initial discussion of this topic and identified internal contamination levels for substances such as carbon monoxide, carbon dioxide, ventilation systems and bacterial as wells as fungal concentrations. Hopefully, this knowledge will permit corrective measures to be offered to the problems detected. It was found that, in general, microbial contamination of the environment is acceptable except for particulate material. Data are offered for both human hospitals as well as veterinary centers.

In general, in both sites, occupational practices

\* Correo electrónico: [vmlcartin@yahoo.com](mailto:vmlcartin@yahoo.com)

<sup>1</sup> Laboratorio ACOPSA, Mercedes Norte de Heredia.

<sup>2</sup> AmbioConsultores, Apartado postal 2014 - 4050, Alajuela.

cause an increase in the concentration of contaminating vectors.

**Key words:** Air pollution, atmospheric microbiology, carbon dioxide, carbon monoxide, bacteria, fungi, Costa Rica.

## Introducción

El ambiente intramuros, o espacios cerrados, puede afectar la salud de los ocupantes de un edificio en tres formas distintas: alergias, hipersensibilidad y los efectos del edificio enfermo que normalmente se reconocen como malestar, sensaciones de frío o calor, entre otros. En este sentido la contaminación microbiológica que se derive de los tratamientos médicos aplicados a los pacientes o de la que los mismos portan, de manera natural, ha llamado la atención de los investigadores en los últimos años, como posible causa de enfermedades relacionadas con el ambiente. También es preocupante las condiciones en las que laboran el personal en los hospitales y clínicas veterinarias, que se exponen a condiciones con cierto nivel de riesgo para su salud.

Los agentes biológicos tienen un serio impacto en los índices de calidad del aire interno de edificios, viviendas y clínicas diversas y, los principales factores biológicos que causan el problema son hongos, bacterias y virus, protozoarios, insectos, algas, pichones y roedores (2). Según las características de construcción, ventilación y uso, el edificio puede permitir la acumulación y proliferación de microorganismos y sus metabolitos (por ejemplo: endotoxinas y micotoxinas) así como la acumulación de otros compuestos orgánicos y la circulación del aire exterior contaminado.

En los centros veterinarios es común encontrar estos factores que van a derivar en un ambiente interno con elementos potenciales de contaminación, los que, según su concentración, podrían afectar tanto a los pacientes como al personal de servicio de la clínica. La realidad en los hospitales de humanos es similar, principalmente porque el diseño original no corresponde al uso actual y las condiciones de ventilación y hacinamiento provocan distorsiones en la calidad del aire interno.

Los agentes químicos como el monóxido de carbono, dióxido de carbono y otras sustancias también funcionan como factores condicionantes de la calidad del aire, al igual que el material particulado en suspensión que tiene una composición diversa. Igualmente la temperatura y humedad juegan un papel determinante en la conducta y propagación de bacterias y hongos y,

la reducción del confort.

## Materiales y métodos

El estudio fue desarrollado en ocho centros veterinarios en la Meseta Central de Costa Rica y dos hospitales de la Caja Costarricense de Seguro Social para establecer el nivel base de calidad del aire en este tipo de espacios. Se estableció una valoración del sitio tomando en consideración los aspectos de un protocolo formal de muestreo (2, 3, 4).

Se aplicó una lista de chequeo de sitio para lograr la siguiente información:

1. Nombre del centro veterinario.
2. Ubicación física del local, teléfono, responsable.
3. Características físicas de la estructura, tales como número de ventanas abiertas y cerradas, número de puertas abiertas, número de personal en el sitio, número de pacientes en tratamiento, material del piso, tipo de cielo raso, material de las paredes, materiales del techo o cielo raso, empleo de sustancias químicas para el tratamientos, como alcoholes, tintura de yodo, entre otros, uso de sustancias químicas para limpieza del lugar a base de cloro, aerosoles, ceras, solventes, propelentes, silicones, fragancias, alcohol etílico, hidrocarburo, triglicol, butoxietanol, metasilicato de sodio, surfactantes, también el uso de sustancias como praetrina y permetrina para el control de insectos.

Se puso en práctica la línea de protocolo aprobada (2,3, 4) para este tipo de estudios como sigue:

1. Selección de los sitios de estudio: se seleccionaron 8 centros veterinarios de Heredia, Alajuela y San José, Costa Rica. Cada uno de los sitios se caracterizó según el nivel de actividad, tipo de tipo de ventilación y servicios que se ofrecen. (Resultados cuadro 1)
2. Los ocupantes: un rango importante de los contaminantes puede ser introducido por los ocupantes o emanados por las actividades de éstos en los espacios externos de la clínica, de ahí que se consideró para la evaluación el ingreso y salida de individuos (humanos) del sitio.
3. Lista de chequeo: Para cada uno de los sitios se aplicó la lista de chequeo (descrita anteriormente). Una segunda lista se utilizó para identificar las fuentes de emisión de contaminantes como mo-

nóxido de carbono, dióxido de carbono y partículas respirables en suspensión. Tipo de actividad, Localización piso/punto de muestreo, área del lugar en m<sup>2</sup>, altura entre el piso /cielo raso (que permite definir el punto donde se ubicaron los colectores de muestras), tipo de actividad, divisiones en el lugar y su material, cercanías con puntos de emisión, cercanía de extractores artificiales o naturales para la eliminación de materiales o gases contaminantes, promedio de personas en el área de estudio, estimación de otras actividades que generan emisiones al aire.

4. Muestreo microbiológico: en cada uno de los sitios se ubicaron dos placas de petri con medios de agar sangre y agar Sabourad, se dejaron expuestas por 10 minutos. Las placas de agar sangre se incubaron a 37°C por 48 horas y luego fueron leídas las unidades formadoras de colonias; las placas de Sabourad se incubaron a temperatura ambiente por 7 días y los hongos presentes fueron identificados y contados.
5. Muestreo ambiental: Se determinó la temperatura ambiental del recinto, las concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de carbono y material particulado respirable. En el cuadro 1 se describe la metodología de muestreo y análisis.

Para los hospitales de humanos se siguió la siguiente metodología:

1. Lista de chequeo: Esta permitió caracterizar el área de estudio definiendo la ocupación y tipo de actividades que en ella se desarrollan, grado de ocupación espacial y relación con los sistemas de ventilación, emisión de sustancias contaminantes y fuentes de las mismas, según lo recomendado en estos casos (2,3).
2. Selección de puntos de muestreo: A nivel de centros hospitalarios se seleccionaron las lavanderías, por guardar estas una relación directa con el nivel de propagación de enfermedades infecciosas tanto a nivel de áreas de cirugía como de recuperación de pacientes.

Puntos de muestreo en lavandería hospital 1,

- a. entrada y salida del material,
- b. clasificación, zona de pesaje,
- c. zona de lavado,
- d. aplanchado y secado,
- e. zona de despacho.

También se realizó cultivo microbiológico de las sábanas.

Puntos de muestreo en lavandería hospital 2,

- a. sala de empaque
- b. lavado
- c. sala de ingresos
- d. aplanchado

## Resultados

### En los centros veterinarios

En el cuadro 2 y 3 se resume las características de diseño, los materiales de construcciones de manera simple y, modos de operación dentro del recinto cerrado que son factores determinantes en la calidad del aire interno de las clínicas veterinarias. Nótese que el sistema de aire acondicionado no es usado en ninguno de los puntos de muestreos, pero si la ventilación natural y mecánica.

En la figura 1 se detallan los valores de niveles de dióxido de carbono en relación a la normativa recomendada para CO<sub>2</sub> de 900 ppm, los valores de dióxido de carbono tienden a incrementarse cuando no existe una buena circulación de aire y produce adormecimiento y cansancio cuando se está expuesto a concentraciones superiores a los 900 pp. Los registros de temperatura también aumentan en espacios con niveles altos de dióxido de carbono como un indicador de una inadecuada ventilación.

En la figura 2 se observa que aunque el nivel estándar de material particulado respirable es de 50 µg/m<sup>3</sup>, solo 3 de los centros veterinarios sobrepasan el estándar de calidad. Este material corresponde a partículas de polvos suspendidas y, solo en VET4 guarda una relación con la concentración de material microbiológico detectado, donde la concentración aquí si se dispara según el estándar.

En el caso del monóxido de carbono, los valores registrados son bajos, y solo se dan en aquellos sitios cuyas puertas están abiertas como en la veterinaria 6, donde la concentración promedio en la zona de ingreso del local fue de 9 ppm; este valor es igual al promedio recomendado para 8 horas en espacios cerrados; para VET2 los valores promedio fueron de 4 ppm, en VET 4 se registraron promedios de 13 ppm. En este último punto los valores responden a que la clínica está localizada frente a una calle de alto flujo vehicular. Para VET 3 los valores promedio alcanzaron a 3 ppm. En los otros centros estudiados

las concentraciones no superan las 3 ppm como promedio. Estos valores pueden incrementarse en las horas pico y descender cuando el flujo vehicular baja y cuando existe precipitación lluviosa y vientos que favorecen la dispersión.

### Centros Hospitalarios

En el cuadro 4 aparecen las concentraciones de contaminantes detectados en los dos centros hospitalarios. En el cuadro 5 se detallan las diferentes especies microbiológicas detectadas. En H1, los valores detectados superan en 4 de los sitios la normativa recomendada y en el H2, 3 de los puntos superan considerablemente el estándar.

Según los valores detectados de material particulado en el Centro Hospitalario H1, tres de los puntos muestreados superan la normativa recomendada para ambientes cerrados de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dentro de las cuales una logra igualar el promedio de 24 horas que es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el otro centro, H2, los niveles detectados son más bajos en los cuatro puntos, sin embargo solo uno de los puntos se mantiene a un nivel de aire aceptable con un valor de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los valores para monóxido de carbono fueron cero. Para el dióxido de carbono en todos los valores detectados superan la norma de 900 ppm para un ambiente de confort y de ventilación adecuada. Existe de hecho una relación directa entre las altas temperaturas y los niveles de dióxido de carbono detectados. Hay que indicar que las zonas estudiadas se caracterizan por el uso de maquinaria de lavado que genera emisión de calor en el recinto e igualmente la ventilación para la eliminación de calor limitada, lo que favorece los niveles de temperaturas que van desde una mínima de 29 grados a 30 grados Celsius.

La concentración bacteriológica resultó crítica al final de proceso cuando se evaluaron las sábanas de ambos centros, arrojando un resultado crítico de concentración de ufc (unidades formadoras de colonias) que pone en peligro la salud de los usuarios por el grado de contaminación que registran después de haber pasado por un proceso de desinfección y limpieza supuesto.

## Discusión

La pelusa analizada registra valores alarmantes de ufc en bacterias tomando en cuenta que el grado de desplazamiento de éstas es diverso y puede con facilidad alterar la salud de los ocupantes de los diferentes puntos estudiados (6,7).

El uso de desinfectantes, jabones, agua con altas temperaturas, pisos sucios y una inadecuada circulación de aire limpio permiten el desarrollo de un ambiente poco confortable para los trabajadores que llegan a desfavorecer su atención en el proceso de las lavanderías. Otro factor que contribuye a resultados negativos de la desinfección e higiene obedece a lo viejo del equipo, que no guarda relación directa con la carga diaria de trabajo y el desgaste actual de las máquinas (6,7,8,15).

La investigación aborda por primera vez el tema, con una muestra de centros veterinarios y de hospitales de humanos del país, evaluando la calidad del aire interno y planteando como ésta podría incidir en la salud y bienestar de los ocupantes.

A nivel de material microbiológico los valores alcanzaron concentraciones en todos los casos por debajo de la normativa recomendada. Sin embargo, se observó una relación entre concentración de material suspendido, altas temperaturas, baja ventilación con los niveles de material microbiológico. La norma establece que para espacios cerrados el número de colonias no puede ser superior a  $150 \text{ ufc}^3$ . Lo que no es aceptable es que la ropa hospitalaria conserve un nivel de contaminación tal que pueda poner en riesgo la salud de quienes manipulan ésta o de los usuarios.

### Consideraciones propias para los centros hospitalarios veterinarios

La concentración de los contaminantes tiene una relación directa con las deficiencias de ventilación y ocupación de los espacios cerrados. En el caso de las clínicas veterinarias existe una gran diversidad en el diseño y operación de estos centros, lo que genera una gran variación en los valores detectados.

Por lo general las clínicas o centros veterinarios ocupan espacios que han sido diseñados previamente con otros fines de ocupación, de ahí que no contemplan aspectos específicos para su uso actual, lo que deriva en remodelaciones y cambios que eventualmente podrían incorporar la presencia de sustancias adhesivas tóxicas, de larga duración a nivel de descomposición en el aire.

Tomando en consideración la posibilidad de presencia de sustancias tóxicas derivadas de los materiales de construcción-decoración, se prevé en una segunda fase el estudio de un espectro completo de contaminantes, tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono, partículas respirables, compuestos orgánicos volátiles, nicotina (en razón de que los

usuarios del sistema eventualmente fuman) y dióxido de azufre, bacterias y hongos (13,15).

En general el uso del aire natural resultó ser el mejor aliado para determinar la calidad del aire en los sitios muestreados, principalmente para aquellos donde existe la posibilidad de renovación permanente del aire interno y evitar así la concentración de contaminantes de carácter microbiológico, aunque si se puede producir el ingreso de otras sustancias generadas por las actividades antropogénicas externas, como las emisiones de partículas de hollín y monóxido de carbono.

La presencia de hongos y bacterias en las clínicas veterinarias no refleja necesariamente un problema de limpieza, pero sí la presencia de microorganismos que eventualmente podrían generar alteraciones en los pacientes sujeto a las concentraciones de éstos en los diferentes recintos, en especial en zonas de cirugía o recuperación.

Existe un desconocimiento generalizado sobre la función que juega un ventilador mecánico en la dispersión de materiales microbiológicos contaminantes. Normalmente este artefacto es usado para crear confort interno pero funciona como dispersante de las partículas suspendidas y otros materiales como gases y vapores.

#### Consideraciones propias para los centros hospitalarios de medicina humana

Los datos en los centros hospitalarios humanos tienen una historia similar, principalmente porque han sido edificaciones construidas hace bastantes años realizadas para cubrir las necesidades de una población mucho menor. Esto ha obligado a cambios espaciales y de uso que no necesariamente responden a condiciones de higiene, confort y seguridad ambiental.

Se detectó que los espacios evaluados tienen un aire de mala calidad por la aglomeración y sistemas de ventilación inadecuados, permitiendo un incremento en la transmisión de enfermedades infecciosas transportadas por el aire (2, 3, 4). Se ha establecido que cada vez es más evidente que un sistema de ventilación inadecuado o inapropiado en los entornos de atención a la salud o la aglomeración de poblaciones de alto riesgo puede aumentar el riesgo de exposición (5).

La ventilación de aire fresco es un factor importante para controlar el contagio. Los procedimientos como clasificación, manejo y transporte de ropa hospitalaria

deben realizarse en áreas de presión atmosférica negativa, con aire expulsado directamente al exterior, lejos de cualquier toma de aire. En ambos centros hospitalarios se dan escapes de emisiones a áreas de acceso de visitantes o pacientes.

En ninguno de los centros se toma en cuenta la posibilidad de una exposición a cepas especialmente virulentas podrían causar la enfermedad en otras poblaciones susceptibles.

Las reacciones alérgicas constituyen una preocupación primordial relacionada con la exposición a contaminantes biológicos. Estas reacciones alérgicas van desde la rinitis, congestión nasal, inflamación de la conjuntiva y urticaria hasta el asma (5,8,9). Los factores que desencadenan estas enfermedades son los alérgenos derivados de los ácaros del polvo; otros artrópodos, incluidas las cucarachas; las partículas que se desprenden de manera natural en la manipulación de la ropa hospitalaria, etc.

Otra clase de agentes que puede ocasionar enfermedades relacionadas con exposiciones transportadas por el aire en interiores son las micotoxinas. Virtualmente toda la información relacionada con enfermedades ocasionadas por micotoxinas se refiere a la ingestión de alimentos contaminados (10). Sin embargo, las micotoxinas se presentan en algunos tipos de esporas fungales que pueden ingresar al cuerpo por la vía respiratoria de ahí que sea vital tomar en cuenta este detalle en ambientes como el aquí descrito. Se ha registrado por lo menos un caso de síntomas neurotóxicos posiblemente relacionados con la exposición a micotoxinas transportadas por el aire en un ambiente altamente contaminado<sup>11</sup>. La piel es otra vía potencial de exposición a las micotoxinas. Las toxinas de diversos hongos han producido casos de dermatosis severa (11).

Los dos centros estudiados no están bien equipados para la realización de los diferentes procesos que conlleva el lavado de ropa hospitalaria.

## Conclusiones

El resultado de nuestra investigación deberá incentivar a que más investigaciones se realicen sobre este tema. La vida moderna conlleva que pasemos mucho tiempo dentro de edificios cerrados y debemos velar por la calidad del aire que respiramos. Especialmente porque no existe una cultura cotidiana para evaluar y cuidar el aire de los ambientes cerrados.

**Cuadro 1**  
**Método de muestreo y análisis para diferentes contaminantes.**

Método	Método de muestreo	Método de análisis
CO	Directo- Activo	Sensor electroquímico Dräger
CO <sub>2</sub>	Directo – Activo	Sensor Telaire con LOD de 50 ppm
RSP	Activo – filtros de teflón	Gravimetría

**Cuadro 2**  
**CENTROS VETERINARIOS: Caracterización física de los diferentes puntos de muestreo**

Sitio de muestreo	VET 1	VET 2	VET3	VET4	VET5	VET6	VET7	VET8
Características								
Área/m <sup>2</sup>	100	80	70	300	70	60	80	60
Tipo de construcción	concreto	Concreto	concreto	Concreto	concreto	concreto	concreto	Concreto
Sitio Muestreo	Cirugía/ recepción	Consulta/ peluquería	Cirugía/ peluquería	Cirugía peluquería	Cirugía recepción	Cirugía recepción	recepción	Cirugía recepción
Material del piso	mosaico	parquet	mosaico	madera/mosaico	mosaico	mosaico	mosaico	tapizado
Material de paredes	cemento	plywood	plywood	cemento	cemento	cemento	cemento	Cemento
Material cielo raso	madera	plywood	madera	plywood	cemento	Cemento	fibrolit	cemento
No. de ventadas	5C	AC-1A	1A – 2C	4A 3C	5C	2C	1A	3C
No. de puertas	2A	3A -1C	3A -1C	5A- 5C	2A	2A	1A-2C	3C
Tipo de ventilación	mecánica	Natural	mecánica	mecánica	natural	natural	natural	Natural
No.de ocupantes	5	4	3	11	2	5	6	4
No de animales	3	4	5	8	13	59*	14**	4
Nivel de actividad	normal	Normal	normal	Alta	alta	alta	normal	Baja
Temperatura Promedio °C	28°C	24°C	27°C	29°C	25°C	25°C	25°C	23°C

A= Abierta

C= Cerrada

\*: 25 pericos, 3 perros, 6 conejos, 16 tortugas, 9 roedores

\*\*: 4 conejos, 7 pericos, 3 ratones

**Cuadro 3**  
**CENTROS HOSPITALARIOS: Caracterización física de los diferentes puntos de muestreo.**

Sitio de muestreo	Hospital 1	Hospital 2
Características:		
Tipo de construcción	Cemento estructura principal	Cemento estructura principal
Sitios de muestreo:		
1. entrada y salida del material	x	x
2. clasificación, zona de pesaje	x	x
3. zona de lavado	x	x
4. aplanchado y secado	x	x
5. zona de despacho	x	x
Material de l piso	cemento/mosaico	cemento/mosaico
Material de paredes	cemento	cemento
Material del cielo raso	cemento	cemento
No de ventanas abiertas	cero	
No de ventanas cerradas	4	ventilación artificial en la parte superior
Porcentaje de ocupación	100%**	90%**
No. De puertas abiertas	3 (hay libre paso)	4 (hay libre paso)
Tipo de ventilación	natural*	natural*
Temperatura promedio	29	29,5

\*En los sitios de lavado y aplanchado las temperaturas son sofocantes porque el ingreso de aire puro es limitado y no guarda relación con la generación de calor interno que originada de los diferentes procesos y número de trabajadores en el sitio.

\*\* Se detectó un hacinamiento en los espacios ocupados mayoritariamente por la maquinaria y los espacios para depositar la ropa. No existen zonas de descanso adecuadas ni sistemas de ventilación profiláctica. El almacenamiento de productos de limpieza se encuentra con una protección superficial e incluso en zonas donde consumen sus alimentos algunos de los trabajadores.

**Cuadro 4**  
**Concentración de contaminantes en los centros hospitalarios**

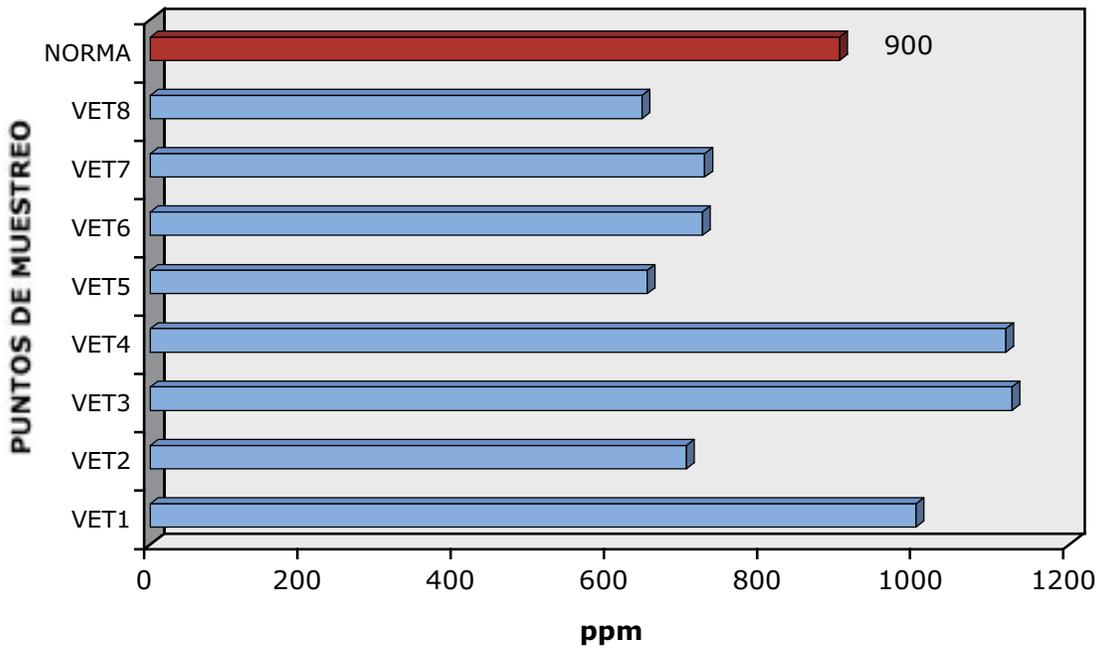
H1					H2				
SITIO	RSP ug/m <sup>3</sup>	CO ppm	CO <sub>2</sub> ppm	Temperatura °C	SITIO	RSP ug/m <sup>3</sup>	CO ppm	CO <sub>2</sub> ppm	Temperatura °C
1	111,1	0	1410	28	1	58,33	0	1459	27
2	69,44	0	1545	30	2	75,00	0	1442	31
3	150	0	1400	30	3	22,22	0	1663	30
4	38,88	0	1451	29	4	75,00	0	1633	30

**Cuadro 5**  
**Recuentos microbiológicos en centros hospitalarios**

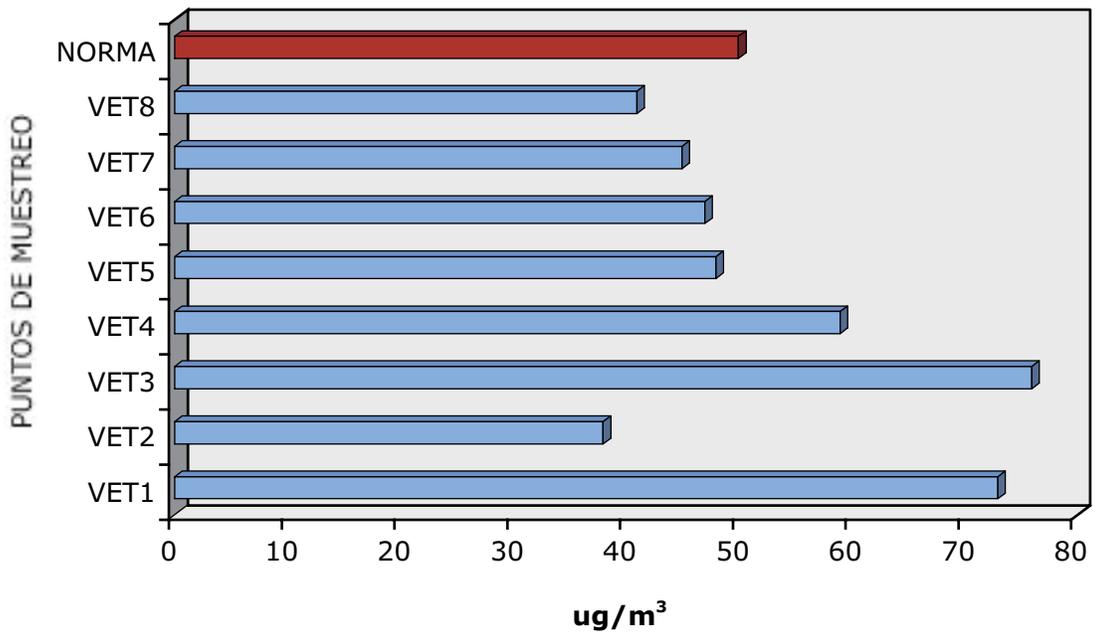
LUGAR	BACTERIA ufc	IDENTIFICACIÓN	HONGOS ufc	IDENTIFICACIÓN
H1 a	117	<i>Corynebacterium</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	40	<i>Penicillium</i> sp. , <i>Hormodendrum</i> sp.
H1 b	86	<i>Corynebacterium</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. <i>Enterobacter</i> <i>aglomerans</i>	47	<i>Penicillium</i> sp., <i>Hormodendrum</i> sp.
H1 c	129	<i>Streptococcus</i> sp.	50	<i>Penicillium</i> sp. <i>Hormodendrum</i> sp.
H1 d	73	<i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	34	<i>Penicillium</i> sp. <i>Hormodendrum</i> sp.
H1 e	39	<i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	38	<i>Penicillium</i> sp., <i>Hormodendrum</i> sp. <i>Aeurebasidium</i> sp.
H2 a	83	<i>Bacillus</i> sp <i>Streptococcus</i> sp.	32	<i>Penicillium</i> sp., <i>Hormodendrum</i> sp. <i>Paecilomyces</i> sp.
H2 b	34	<i>Streptococcus</i> sp. <i>Escherichia coli</i>	32	<i>Penicillium</i> sp. , <i>Hormodendrum</i> sp. <i>Aeurebasidium</i> sp
H2 c	26	<i>Streptococcus</i> sp.	79	<i>Penicillium</i> sp. <i>Hormodendrum</i> sp
H2 d	49	<i>Streptococcus</i> sp.	67	<i>Penicillium</i> sp. <i>Hormodendrum</i> sp
H1 PELU□A	12.000	ENTERICOS	3	NO IDENTIFICADO
H1 SÁBANAS	1.200		1	NO IDENTIFICADO
H2 GAZA	12.000		NEGATIVO	
H2 SÁBANA	7.000	<i>Staphylococcus</i> sp.	NEGATIVO	

EL nivel de aceptación en ambientes cerrados lo fijamos en 150 u.f.c. /m<sup>3</sup> siguiendo las recomendaciones de A.C.G.I.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

**FIGURA 1**  
Concentración de CO<sub>2</sub>



**FIGURA 2**  
Concentración de partículas respirables



# Referencias

1. E.P.A.2002. Report to Congress on indoor air quality, Volume II: Assessment and control of indoor air pollution, pp. i, 4-14. EPA-400-1-89-001C, 1989.
2. Adonis M., Quiñones L y Gil L. 1997. Contaminación de interiores: principales contaminantes, normas y efectos en la salud humana. En : Calidad del Aire de interiores. Serie HCT/AIEPI-7 OPS-OMS.
3. Alfaro, M. Del R. 1997. Contaminación del aire en espacios cerrados. En: Calidad del Aire de interiores. Serie HCT/AIEPI-7 OPS-OMS.
4. Hernández C., Ana. NTP 343, 2006: Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación en espacios cerrados. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España e Instituto Nacional del Higiene y el Trabajo. Nota Técnica. INSHT
5. Burge, Harriet A. 1990 «Risks Associated With Indoor Infectious Aerosols.» *Toxicology and Industrial Health*;6:263-73
6. Burge, H. 1997. The fungi: How they grow and their effects on human health. Reprinted from HPAC. Harvard School of Public Health, Cambridge, Mass. Panton Media, Inc.
7. Brundage, J.F, Scott, R. et al., 1998 «Building-Associated Risk of Febrile Acute Respiratory Disease in Army Trainees.» *Journal of the American Medical Association* 259:2108-12.
8. Nolan, C.M., Elarth, A.M. et al., 1991 «An Outbreak of Tuberculosis in a Shelter for Homeless Men: A Description of Its Evolution and Control.» *American Review of Respiratory Disease*143:257-61.
9. American Lung Association. Lung Disease Data 1993. Publication N° 0456,
10. Centers for Disease Control and American Thoracic Society (Centros para el Control de Enfermedades y la Sociedad Americana del Tórax). Core Curriculum On Tuberculosis. Segunda Edición, 1991.
11. Weissman, D.N. y Schuyler, M.R, 1991. «Biological Agents and Allergic Diseases.» En: Samet, J.M. y Spengler, J.D. eds., *Indoor Air Pollution, A Health Perspective* (Baltimore MD: Johns Hopkins University Press), pp. 285-305.
12. Arlian, L.G.1989 «Biology and Ecology of House Dust Mite, *Dermatophagoides* spp. and *Euroglyphus* spp.» *Immunology and Allergy Clinics of North America* 9:399-56.
13. Baxter, C.S., Wey, H.E. y Burg, W.R., 1981 «A Prospective Analysis of the Potential Risk Associated with Inhalation of Aflatoxin-Contaminated Grain Dusts.» *Food and Cosmetics Toxicology* 19:763-69
14. Croft, W.A., Jarvia, B.B., Yatawara, C.S. 1986. Airborne outbreak of trichothecene toxicosis. *Atmosph. Environ.* 20: 549-552. Véase también Baxter, C.S. Wey, H.E., Burg, W.E. 1981. A prospective analysis of the potential risk associated with inhalation of aflatoxin-contaminated grain dusts. *Food Cosmet Toxicol.* 19:763-769.
15. E.P. A. 1994. Indoor air pollution, an introduction for health professionals. Co- sponsored by: The American Lung Association, The Environmental Protection Agency, The Consumer Product Safety Comisión and The American Medical Association. U.S. Government Printing Office Publication No. 1994-523-217/81322, EPA 402-R-94-007