

# CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO, CIUDAD DE TRUJILLO

INTERNAL AIR QUALITY IN THE SYNDROME OF THE SICK BUILDING, CITY OF TRUJILLO

Leyla Morán-C.<sup>1,a,b</sup>, Guisela Yábar-T.<sup>a,c</sup>, Krupuskaya Figueroa<sup>a,d</sup>

## RESUMEN

**Introducción:** Los problemas de salud pública, se generan por diferentes causas una es precisamente la calidad del aire interior, por lo mismo esta investigación pretende analizar su incidencia en el síndrome del edificio enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo. **Métodos:** Para efectos de validación de la hipótesis, se recurrió a la comparación de los resultados hallados en las edificaciones de la ciudad de Trujillo versus las condicionantes establecidas por la teoría, recogidos mediante encuestas, observación y entrevistas a los expertos. **Resultados:** Los resultados más significativos, dan cuenta de que a menor ventilación, mayor incidencia del Síndrome del Edificio Enfermo; en tanto que, a mayor presencia de asbesto, madera y formaldehídos en los materiales de la envolvente, mayor incidencia del Síndrome del Edificio Enfermo. **Conclusión:** Se ha demostrado que, efectivamente, la Calidad del Aire Interior tiene influencia en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.

**Palabras clave:** Síntomas relacionados al edificio; Control de humedad; Calidad de aire interior; Síndrome de edificio enfermo; estrés ocupacional. (fuente: DeCS BIREME)

## ABSTRACT

**Introduction:** The main objective is to determine influence of indoor air quality on occupants' sick building syndrome in buildings of Trujillo city. **Methods:** For purposes of validation of hypothesis, we used a comparison of results found in buildings of Trujillo city versus determinants established by theory, collected through surveys, observation and interviews with experts. **Results:** Most significant results state that less ventilation, higher incidence of Sick Building Syndrome; whereas, to a greater presence of asbestos, wood and formaldehyde in the materials of building envelope, higher incidence of Sick Building Syndrome in occupants. **Conclusion:** It has been shown that, indeed, Indoor Air Quality has an influence on occupants' Sick Building Syndrome in buildings of Trujillo city.

**Key words:** Building-related symptoms; Cross-sectional study; Humidity control; Indoor air quality; Sick Building Syndrome; Occupational stress. (source: MeSH NLM)

## INTRODUCCIÓN

La Calidad del Aire Interior de los espacios que habita el ser humano, ha sido materia de estudios desde diversos enfoques. El enfoque antropocéntrico, toma como universo a la relación del entorno con respecto al hombre, quien hace un uso irracional del entorno, degradándolo. Aquí interviene el enfoque ecocéntrico, que al ver amenazada la supervivencia de la especie humana, que arrastra a los demás ecosistemas, incide en brindar una mirada al hábitat humano: las edificaciones que lo albergan<sup>9</sup>.

Los resultados han arrojado luces sobre la metodología de medición<sup>11</sup>, así como el estado de salud de los ocupantes de los edificios. Se atribuye a la existencia del CO<sub>2</sub> en el aire interior de un ambiente<sup>14,15</sup>, el mayor o menor incremento de niveles de pureza del aire, llegando incluso a sobrepasar límites máximos permisibles.

Actualmente, en el Perú, se han realizado iniciativas por parte del sector privado y Organismos no Gubernamentales (ONGs), para conocer los límites máximos permisibles (LMPs) de los materiales de construcción, en el sentido de conseguir la lista "negra"

<sup>1</sup> Universidad de Twente, Holanda.

<sup>a</sup> Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<sup>b</sup> Diseño de Espacios para la Accesibilidad Universal por el Cégep de l'Outaouais, Canadá.

<sup>c</sup> Maestría de Ecología y Gestión Ambiental de la Universidad Ricardo Palma.

<sup>d</sup> Investigación temas ambientales y Desarrollo Sostenible.

**Citar como:** Leyla Morán-C., Guisela Yábar-T., Krupuskaya Figueroa. Calidad del aire interior en el síndrome del edificio enfermo, ciudad de Trujillo. [Artículo Original]. 2017;17(4):33-42. DOI 10.25176/RFMH.v17.n4.1209

Journal home page: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista de la Facultad de Medicina Humana, Universidad Ricardo Palma. Este es un artículo de Open Access distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con [revista.medicina@urp.pe](mailto:revista.medicina@urp.pe)

de aquellos que producen mayores impactos en la salud humana.

En cuanto a la salud de los ocupantes de los edificios, la Organización Mundial de la Salud, atribuye el término "Síndrome del Edificio Enfermo" (SEE), a una situación de percepción por parte de sus ocupantes con respecto a una serie de características de su estado de salud (UN Department of Economic and Social Affairs, 2010).

### Síndrome del Edificio Enfermo

La Organización Mundial de la Salud, ofrece una definición genérica: "Síndrome del Edificio Enfermo", es el nombre dado a un conjunto de variados síntomas que experimentan predominantemente por personas que trabajan en edificios con aire acondicionado, aunque también se ha observado en edificios con ventilación natural"<sup>23</sup>.

El síndrome sólo se podía diagnosticar, hasta hace poco, a partir de las denuncias presentadas por los usuarios del edificio. Por lo general no se han identificado causas específicas de quejas y síntomas.

Aunque el Síndrome del Edificio Enfermo es el término popular utilizado en la literatura publicada y lenguaje

común, una "enfermedad relacionada con la construcción" puede ser un término más preciso porque un edificio no puede enfermarse, ya que no está vivo.

### Hipótesis Principal

HP = La Calidad del Aire Interior tiene influencia positiva en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.

## MÉTODOS

### Población y Muestra

Se ha tomado como referencia un total de 1'104,015 personas<sup>13</sup>. Población urbana de Trujillo como muestra referencial, se tomó en cuenta la Selección Multicriterio, asistida por un Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante la cual se establecieron una serie de edificaciones que cumplieran con los criterios arriba descritos.

El tipo de muestreo es no probabilístico, por Conveniencia para el investigador de ser más próximos para la aplicación de entrevistas y encuestas sobre la variable dependiente del estudio, en este caso, el Síndrome del Edificio Enfermo, totalizando 16 personas. (Ver tabla siguiente)

**Tabla 1.** Niveles de Calidad del Aire Interior.

PARÁMETRO	UNIDAD	PROMEDIO DE 8 HORAS	
		EXCELENTE	BUENO
Temperatura ambiente	°C	C 20 to < 25.5	< 25.5
Humedad relativa	%	40 to < 70	< 70
Movimiento de aire	m/s	< 0.2	< 0.3
Dióxido de carbono (CO)	ppmv	< 800	< 1,000
Monóxido de carbono	µg/m <sup>3</sup>	< 2,000	< 10,000
	ppmv	< 1.7	< 8.7
Partículas suspendidas respirables (PM10)	µg/m <sup>3</sup>	< 20	< 180
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	µg/m <sup>3</sup>	< 40	< 150
	ppbv	< 21	< 80
Ozono (O2)	µg/m <sup>3</sup>	< 50	< 120
	ppbv	< 25	< 61
Formaldehído (HCHO)	µg/m <sup>3</sup>	< 30	< 100
	ppbv	< 24	< 81
Total de Compuestos Volátiles Orgánicos (TVOC)	µg/m <sup>3</sup>	< 200	< 600
	ppbv	< 87	< 261
Radón (RN)	Bq/m <sup>3</sup>	< 150	< 200
Bacterias en el aire	cfu/m <sup>3</sup>	< 500	< 1,000

Fuente: Guía de Calidad de Aire Interior-Esquema para Oficinas y Locales públicos, 2003.

**Tabla 2.** Niveles aceptables establecidos para los diferentes contaminantes del Aire.

ARTÍCULO ORIGINAL

CONTAMINANTE	NIVEL ACEPTABLE	REFERENCIA
Monóxido de carbono	60 mg/m <sup>3</sup> (50 ppm) para 30 minutos 40 mg/m <sup>3</sup> (35 ppm) para 1 hora	Lineamientos para la Calidad del Aire Europa (OMS)(22) Estándares Americanos de Calidad del Aire (6)
Dióxido de carbono	500 ppm para 8 horas <1,800 mg/m <sup>3</sup> <800 ppm	ASHRAE, (3) OMS, (22) TS 12281
Dióxido de nitrógeno	150 µg/m <sup>3</sup> (0.08 ppm) para 1 hora 400 µg/m <sup>3</sup> (0.08 ppm) para 24 horas 100 ppb para una hora <0.05 ppm	Lineamientos para la Calidad del Aire Europa (OMS), (22) NAAQS, 1990 TS 12281
Dióxido de Sulfuro	<0.5 mg/m <sup>3</sup> para un corto tiempo de exposición 75 ppb para 1 hora 0.14 ppm para 24 horas	OMS, (21) NAAQS, 1990
Benceno	Sin nivel aceptable <0.1 mg/cm <sup>3</sup>	OMS, (21) TS 12281
Formaldehídos	<0.1 mg/m <sup>3</sup> (0.08 ppm) para 30 minutos 120 µg/m <sup>3</sup> permanente 0.75 ppm para 8 horas 0.016 ppm <0.065 ppm	OMS, (22) ASHRAE (3) OSHA TS 12281
Ozono	150-200 µg/m <sup>3</sup> (0.076-0.1 ppm) para 1 hora 100-120 µg/m <sup>3</sup> (0.05-0.06 ppm) para 8 horas 0.05 ppm 0.075 ppm (2008 std) para 8 horas <0.12 mg/cm <sup>3</sup>	OMS, (22) ASHRAE (3)
Radón	100 Bq/m <sup>3</sup> para 1 año 2 pCi/L 148 Bq/m <sup>3</sup> 400 Bq/m <sup>3</sup>	OMS, (22) ASHRAE (3) EPA TAEK
Asbesto	Sin nivel aceptable 0.6 fibra/cm <sup>3</sup> /8 h crisólito 0.3 fibra/cm <sup>3</sup> /8 h otros 0.21 fibra/cc/8 h	OMS, (22) OSHA (4)
Partículas	PM10 -150 µg/m <sup>3</sup> para 24 horas PM25 - 35 µg/m <sup>3</sup> para 24 horas	
Bacterias y virus	Sin referencia	Sin referencia

Fuente: Abdul-Wahab, S. (2011).

**Tabla 3.** Concentraciones de contaminantes del aire interior.

SUSTANCIAS/GRUPO DE SUSTANCIAS	RELACIÓN DE CONCENTRACIONES INTERIOR/EXTERIOR	CONCENTRACIONES TÍPICAS URBANAS
Dióxido de azufre	~0.5	10-20 ppb
Dióxido de nitrógeno	≤5-12 (fuentes de interior)	10-45 ppb
Ozono	0.1-0.3	15-60 ppb
Dióxido de carbono	1-10	350 ppm
Monóxido de carbono	≤10	0.2 – 10 ppm
Formaldehido	1-50	0.003 mg/m <sup>3</sup>
Otros compuestos orgánicos:		
Tolueno		5.2 µg/m <sup>3</sup>
Benceno		6.3 µg/m <sup>3</sup>
.m-y p-xilenos		5.6 µg/m <sup>3</sup>
Partículas en suspensión	0.5 -1 (excluido el TA) 2-10 (incluido el TA)	50-150 µg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de estudios de Marckowicz en 2014.

**Tabla 4.** Contaminantes, Fuentes y efectos en la salud.

CONTAMINANTE	FUENTE DEL CONTAMINANTE	EFFECTOS EN LA SALUD
Gases y vapores		
Benceno	Vehículos desgastados Combustión incompleta Humo de tabaco Productos procesados de madera Lacas Pinturas	Ojos cansados y llorosos Cáncer Anemia
Tolueno	Vehículos desgastados Combustión incompleta Adhesivos Materiales para el piso (vinil, alfombra) Humo de tabaco Thinner Tinta	Fatiga Coordinación débil Irritación de los ojos
Formaldehídos	Productos procesados de madera Adhesivos Productos de aislamiento Alfombras, Papel decorativo Pinturas	Irritación de los ojos Tos

**Tabla 5.** Enfermedades asociadas a los edificios y sus patologías.

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSANTE	FISIOPATOLOGÍA	PRESENTACIÓN CLÍNICA	DIAGNOSTICO
Legionelosis	Bacterias Gram negativas Legionella pneumofilia	Infección respiratoria por la inhalación de bacterias del aire viables	Tos seca, fiebre, dolores musculares, escalofríos y falta de aliento. El resultado puede alcanzar hasta un 10-15% de las muertes	Identificación de enfoque y documento aumentó anticuerpos IgG de suero al mismo serotipo del brote de las bacterias en el medio ambiente
Hipersensibilidad pneumonitis	Antígenos asociados a hongos, bacterias, protozoos, insectos y endotoxina.	Reacción inflamatoria con granulomas y fibrosis pulmonar causada por reacciones de tipo de hipersensibilidad retardada.	Aguda: fiebre, mialgias, tos y la inflamación pulmonar inflamatoria recurrente. Crónica: La fibrosis pulmonar.	Historia clínica, estudios radiográficos, Espirometría, estudios de difusión pulmonar, títulos de anticuerpos y de provocación bronquial.
Fiebre húmeda pneumonitis	Igual que pneumonitis	Respuesta inflamatoria transitoria sin formación de granulomas	Virus con fiebre, mialgias y astenia, síntomas menos pulmonares o secuelas.	Presentación clínica asociada con hallazgos ambientales.
Rinitis y asma Ácaros, hongos, alérgenos de animales, toxinas bacterianas, los cambios de temperatura	Irritación de la mucosa no específica o la exacerbación de la inflamación alérgica preexistente.	Picor nasal y obstrucción, goteo nasal y estornudos.	Tos, sibilancias y dificultad para respirar.	Espirometría, desafíos bronquial o nasal positivos, prick-testing o IgE específica para alérgenos ocupacionales asociados con la exposición al alérgeno ocupacional.
Eczema o dermatitis	Exposición a irritantes pro- ductos tales fibras de vidrio, de limpieza y productos de papel, sustancias irritantes, desconocidos.	Dermatitis irritante de contacto (la mayoría) o dermatitis de contacto alérgicas mediadas por las células T de memoria.	Comezón en la piel, descamación, enrojecimiento, pápulas o vesículas en la piel expuesta.	historia clínica, el examen físico, las pruebas de parche y análisis del medio ambiente

Fuente: EPA, 2002.

**Tabla 6.** Ocupantes de las edificaciones según frecuencia (veces por semana), de los malestares durante su permanencia en la edificación.

Nº	AMBIENTE	SEXO	SÍNTOMA	FRECUENCIA (VECES POR SEMANA)
1	A01	M	Dolor de cabeza	≥ 2
2	A01	M	Dolor de cabeza	≥ 2
3	A02	F	Dolor de cabeza	≤ 2
4	B01	F	Ninguno	0
5	B01	M	Dolor de cabeza	≤ 2
6	B02	F	Dolor de cabeza	≤ 2
7	C01	M	Dolor de cabeza	≥ 2
8	C02	F	Dolor de cabeza	≤ 2
9	D01	M	Dolor de cabeza	≥ 2
10	D01	M	Dolor de cabeza	≤ 2
11	D02	M	Aletargamiento	≤ 2
12	D02	F	N/D	0
13	E01	M	Otro	≤ 2
14	E01	M	Dolor de cabeza	≤ 2
15	E02	M	Ninguno	0
16	E02	F	Dolor de cabeza	≥ 2

ARTÍCULO ORIGINAL

**Tabla 7.** Consolidado de la ventilación observada en las edificaciones de la ciudad de Trujillo. Octubre de 2014.

AMBIENTE	OCUPANTES	VENTILACIÓN (8 L/SEG)	RANGO	TIPO DE VENTILACIÓN OBSERVADA
A-01	4	32	Optimo	Deficiente
A-02	2	16	Fuera del rango	Normal
B-01	4	32	Óptimo	Eficiente
B-02	3	24	Optimo	Eficiente
C-01	2	16	Fuera del rango	Deficiente
C-02	2	16	Fuera del rango	Deficiente
D-01	22	176	Fuera del rango	Normal
D-02	21	168	Fuera del rango	Normal
E-01	26	208	Fuera del rango	Normal
E-02	27	216	Fuera del rango	Eficiente

Fuente: Datos tomados de observaciones en campo para el presente estudio. Elaboración propia, Julio 2014.

### Diseño utilizado en el estudio

El diseño de investigación es no experimental, el nivel de investigación es aplicada, el tipo de investigación es explicativo, porque permite inferir posibles razones por las cuales suceden las relaciones entre los indicadores presentes.

### Síndrome del Edificio Enfermo

Por la naturaleza de esta variable, se ha recurrido a las encuestas establecidas para tal fin, aplicadas con anterioridad para este propósito. Se trata de la NTP 380<sup>4</sup>, establecida por la Comunidad Europea para la detección del Síndrome del Edificio Enfermo en las oficinas del Estado. (Ver Figura N°7). Esta encuesta se ha reproducido y se encuentra formando parte del Anexo N°1. Encuesta NTP 380. Síndrome del Edificio Enfermo.

Esta encuesta es de utilidad para el presente estudio, ya que se encuentra validada al haber sido utilizada en estudios de Doctorado<sup>10</sup> sobre el Síndrome del Edificio Enfermo.

### RESULTADOS

Las edificaciones que han sido tomadas como resultado de la selección multicriterio para el presente estudio, son:

- a) Anexo de la Avenida España, cuadra 7, de la Municipalidad Provincial de Trujillo; esta edificación data de la década del 80, ha sido levantada con material noble. Sus paredes y pisos son de cemento y ladrillo, revestido con pintura esmaltada. Cuenta con electricidad y agua potable de la red pública. Su actividad es de oficinas administrativas. La frecuencia de uso es intensiva, por ser la sede de oficinas con mucha afluencia de público, en promedio 200 personas al día.
- b) Anexo de la Avenida España, Plan de Desarrollo Metropolitano, cuadra 7 (frente); la edificación corresponde a una oficina técnica cuyo acceso es

restringido al público, siendo de fábrica más reciente, de finales de los 90. Esta edificación cuenta con materiales en paredes y pisos de cemento y ladrillo. La frecuencia de uso no es muy intensiva, por ser la sede de oficinas técnicas y de planificación, siendo en promedio de 60 a 70 personas al día.

c) Sede Principal de la Municipalidad Provincial de Trujillo, Jirón Almagro y Jirón Pizarro; esta edificación data de la década del 70, ha sido levantada con material noble. Sus paredes y pisos son de cemento y ladrillo, revestido con pintura esmaltada. Cuenta con electricidad y agua potable de la red pública. Su actividad es de oficinas administrativas. La frecuencia de uso es intensiva, por ser la sede de oficinas con mucha afluencia de público, en promedio 500 personas al día.

d) Universidad Privada de Trujillo, Sede Principal, Avenida Larco, Pabellón A; e); esta edificación data del año 2000, ha sido levantada con material noble. Sus paredes y pisos son de cemento y ladrillo, revestido con pintura esmaltada. Cuenta con electricidad y agua potable de la red pública. Su actividad es de aulas académicas. La frecuencia de uso es intensiva, por ser la sede de estudiantes y tiene mucha afluencia de público, en promedio 500 personas al día.

e) Edificio E. Pabellón E. Universidad Privada. Esta edificación fue construida en 2010, ha sido levantada con material noble. Sus paredes y pisos, son de cemento y ladrillo, revestido con pintura látex. Cuenta con electricidad y agua potable de la red pública. Su actividad es de aulas académicas. La frecuencia de uso es intensiva, por tener mucha afluencia de público, en promedio 700 personas al día.

### Caracterización de los ocupantes de las edificaciones materia del presente estudio

Encuesta proveniente de la norma UE-NTP-380 (INSHT, 2005), que recoge la información siguiente, que es para fines de determinación del síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de edificaciones:

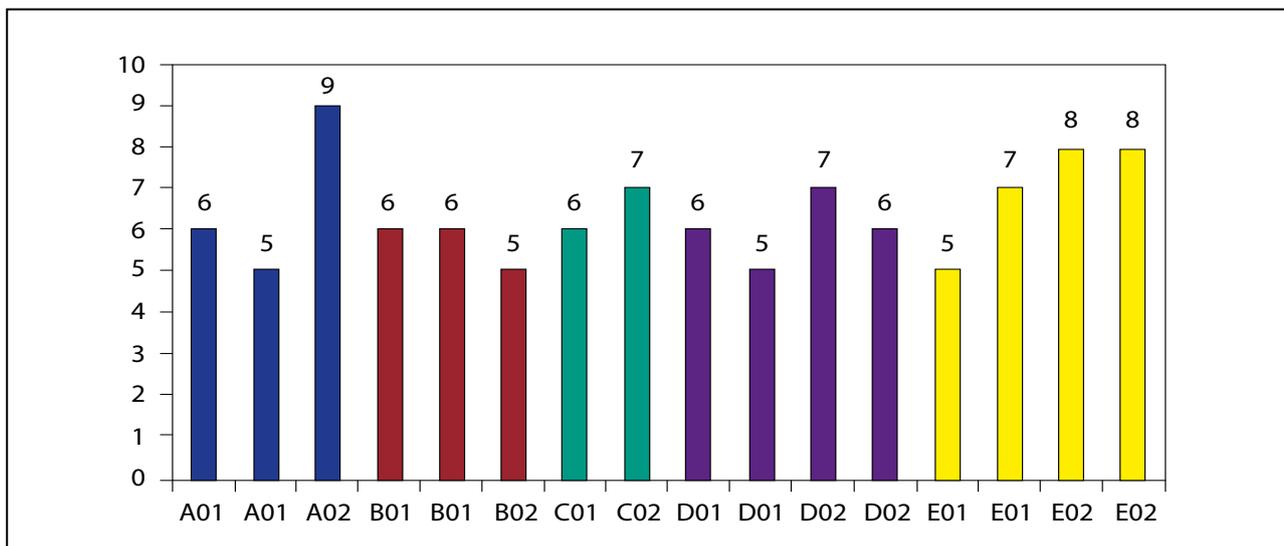


Gráfico 1. Edad de los ocupantes según ambiente.

Como se desprende del gráfico anterior, las edades de los ocupantes encuestados para el presente estudio, fluctúa entre 19 y 36 años.

Por otro lado, los ocupantes son en su mayoría del sexo masculino, como se puede desprender del siguiente gráfico:

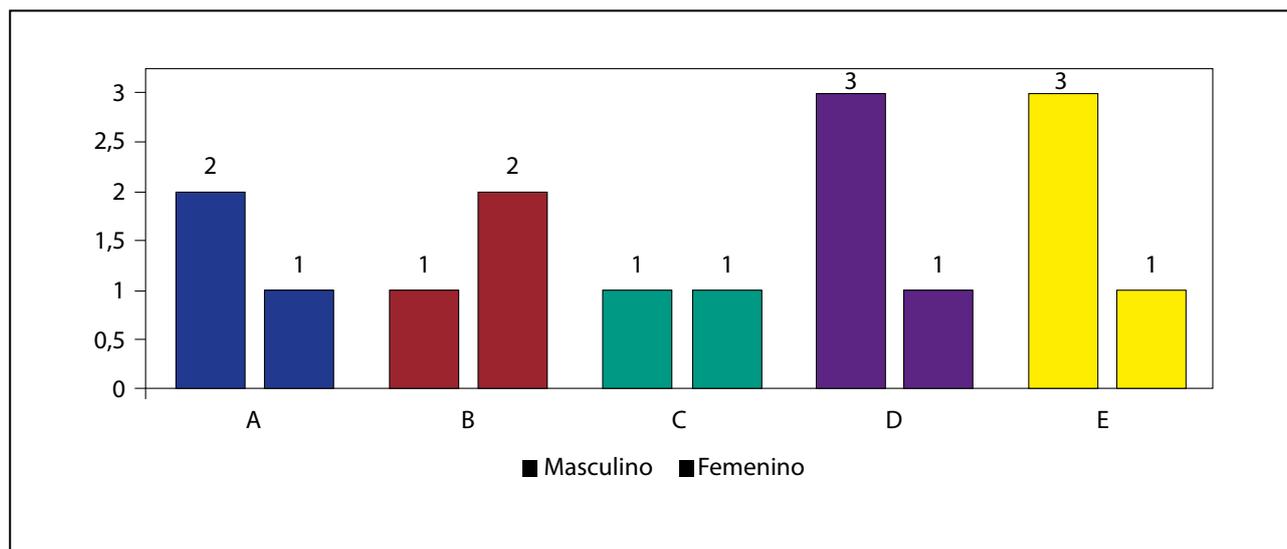


Gráfico 2. Sexo de los ocupantes según edificio.

ARTÍCULO ORIGINAL

Se estima hasta cierto punto que el componente sexo, es un componente fuerte en el sentido de distinguir el nivel de detalle de la información, así como la variedad de las respuestas.

En estudios anteriores realizados<sup>10</sup>, se llegó a determinar que la mayoría de los ocupantes que presentaban quejas relacionadas al síndrome en la edificación, eran del sexo femenino. Esto hace inferir en forma previa, que existe una gran posibilidad de poder explorar en forma más concisa este tipo de afirmaciones en el contexto del presente estudio.

El tiempo de permanencia de los ocupantes, es un factor de importancia a ser tenido en cuenta al ser comparado, por ejemplo, con los síntomas que presentan. Asimismo, la comparación de este número de horas brinda un indicio inicial de la manera en que se puede ver influenciado el ocupante, respecto del ambiente interior de la edificación, en cuanto a la ventilación y sus actividades.

Resultados sobre la influencia que tiene la ventilación en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.

Anexo de la Municipalidad Provincial de Trujillo de la Avenida España cuadra 7, en que funciona la Gerencia de Desarrollo Urbano, presentan características diversas. El ambiente A-01 está caracterizado por la existencia de ventanas en los muros que tienen una altura que cubre casi la totalidad del muro en el frente norte; sin embargo, contiene paños de vidrio fijos, haciendo que la circulación de aire sea escasa o nula. Solo el 10% de la superficie de la ventana permite el acceso de aire, lo cual dificulta la

ventilación fluida y natural que se espera al contar con un espacio de iluminación proporcionalmente grande.

Del mismo modo, la superficie que se encuentra ocupada por el vidrio fijo, está cubierta por papel de oficina, consistente en planos de la ciudad a escala muy grande (1/100,000) Tabla N°14. Resumen de la ventilación observada en el edificio Anexo Municipal. Trujillo, octubre de 2014.

## DISCUSIÓN

Los resultados sobre la influencia de la ventilación en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.

Se pueden establecer los siguientes puntos de discusión:

- Estudios previos sobre la Calidad del Aire Interior, como el de Engwall, fueron realizados sobre la base de sistemas de aire acondicionado artificiales, arrojando conclusiones similares a las del presente estudio, en los que se sindicó a la ventilación como uno de los factores de la Calidad del Aire Interior que tiene influencia en la salud de los ocupantes.
- En cuanto a los síntomas que presentan los ocupantes del presente estudio, se tiene que, las condiciones del ambiente interior dificultan la fluidez de la ventilación natural cruzada, elemento recomendado por los diseñadores a fin de promover la circulación del aire. Los resultados evidenciaron que los ocupantes manifestaron en su mayoría síntomas como cefaleas durante su presencia en el ambiente que luego desaparecieron al abandonar el edificio.

Los resultados sobre la influencia de las emisiones de los materiales en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo

Teniendo en cuenta lo indicado en los resultados obtenidos de la influencia de las emisiones de los materiales de construcción de la envolvente del ambiente interior y las cefaleas, se ha podido establecer los siguientes puntos de discusión:

- a) Existen estudios que relacionan las emisiones de los materiales de construcción como responsables de los principales contaminantes del ambiente interior.
- b) Los contaminantes encontrados en el presente trabajo son en su mayoría asbesto, formaldehídos, madera y plomo, muchos de los cuales son emitidos por las paredes, los pisos y las puertas y ventanas.

***Los resultados sobre la influencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.***

En virtud de lo afirmado en los resultados sobre la influencia de las actividades y la emisión de CO<sub>2</sub> sobre las Cefaleas que manifiestan los ocupantes de las edificaciones materia del presente estudio, se han podido establecer los puntos de discusión siguientes:

- a) En estudios previos sobre las actividades y las emisiones de CO<sub>2</sub> de los ocupantes, se centraban en la calidad del aire interior, sin tener en cuenta qué influencia tenían sobre el Síndrome del Edificio Enfermo; por lo tanto, el presente estudio ha permitido determinar a partir de las observaciones y comparaciones, así como de las encuestas, que existe una relación entre aquellos ambientes que tienen una emisión menor de CO<sub>2</sub> y las cefaleas.
- b) Es posible luego, medir y comprobar los niveles de CO<sub>2</sub> que se emiten como producto de las actividades.

***Resultados de la influencia que tiene la Calidad del Aire Interior en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo.***

Sobre la base de los puntos de discusión previamente expuestos, se infiere que la influencia de la Calidad del Aire Interior, expresada en la ventilación y las actividades de los ambientes, es directa o positiva, ya que permite el aumento de síntomas como Cefaleas en los ocupantes de las edificaciones analizadas, como manifestación del Síndrome del Edificio Enfermo.

Para el caso de la ventilación, la influencia es inversa: a mayor ventilación, menor frecuencia de síntomas del Síndrome del Edificio Enfermo.

En cuanto a las emisiones de los materiales, existe

influencia directa: mientras más concentración de éstas, mayor incidencia del Síndrome del Edificio Enfermo; lo mismo sucede, mientras menor concentración de emisiones.

Para el caso de las actividades, la influencia es nula: a menor CO<sub>2</sub> emitido por actividades, es probable que exista mayor frecuencia de síntomas del Síndrome del Edificio Enfermo.

Esto último hace necesario recomendar llevar a cabo estudios complementarios para poder determinar si existen o no rangos específicos que influyeran en el Síndrome del Edificio Enfermo, así como llegar a determinar qué síntomas en forma particular, son aquellos que se producen cuando los ocupantes de las edificaciones producen niveles mayores de CO<sub>2</sub>.

## CONCLUSIÓN

En cuanto a la influencia de la ventilación en la Calidad del Aire Interior en el Síndrome del Edificio Enfermo de sus ocupantes, se concluye que a menor ventilación, mayor incidencia de cefaleas en los ocupantes de las edificaciones, siendo la ventilación inversamente proporcional a la incidencia del Síndrome del Edificio Enfermo.

En cuanto a la influencia de las emisiones de los materiales de la envolvente en la Calidad del Aire Interior en el Síndrome del Edificio Enfermo, se concluye que mientras mayores las emisiones combinadas que producen el Asbesto, la Madera y los Formaldehídos, mayor incidencia de Síndrome del Edificio Enfermo en los ocupantes de las edificaciones.

En cuanto a la influencia que tienen los niveles de CO<sub>2</sub> emitidos por las actividades en el ambiente como parte de la Calidad del Aire Interior en el Síndrome del Edificio Enfermo, se concluyó que la influencia no es significativa o casi nula: los niveles de CO<sub>2</sub>, no determinan la presencia del Síndrome del Edificio enfermo en los ocupantes de las edificaciones.

La base de los resultados permite concluir que existen edificaciones dedicadas a albergar actividades laborales, las que presentan los mayores índices de frecuencia del Síndrome del Edificio Enfermo. En contraparte, aquellos edificios dedicados a actividades académicas, según este estudio, presentaron menor frecuencia de Síndrome del Edificio Enfermo en sus ocupantes.

Se concluye además que al contrastar si la Calidad del Aire Interior tiene influencia en el Síndrome del Edificio Enfermo de los ocupantes de las edificaciones de la ciudad de Trujillo, ésta influencia es positiva, validándose de este modo la hipótesis general para el presente estudio.

**Financiamiento:** Autofinanciado.

**Conflicto de interés:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses en el estudio.

**Recibido:** 25 de julio del 2017

**Aprobado:** 29 de septiembre del 2017

**Correspondencia:** Guisela Yabar Torrez

**Dirección:** Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma

**Celular:** 995309208

**Correo:** guichiyt@hotmail.com

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdul-Wahab, S. Sick building syndrome: In public buildings and workplaces. (1era. Edición). Berlín: Springer, 2011.
2. Acha, C. Estudio experimental de las condiciones de confort relacionadas con parámetros higrotérmicos y calidad del aire. Tesis de doctorado inédita, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid; 2005.
3. ANSI/ASHRAE. Standard 62.1-2007 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta: ASHRAE Eds., 2007.
4. Asociación Española de Normalización (2005). UNE-EN ISO 8996:2005: Ergonomía del Ambiente Térmico, Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004). Madrid: AENOR, 2005.
5. Bako-Biro, Z. La percepción humana, síntomas del Edificio Enfermo y ejecución de trabajos de oficina durante la exposición al aire contaminado por Materiales de construcción y computadoras personales, Tesis doctoral. Technical University of Denmark (DTU), Copenhagen; 2012.
6. Brooks, J. American Conference of Governmental Industrial Hygienists Guidelines for the assessment of bioaerosols in the indoor environment, Cincinnati, Ohio: ACGIH Eds.; 2009.
7. Casado, C. Caracterización de material de dragado optimizando un método integrado de evaluación de la calidad ambiental. Tesis doctoral, Cádiz: Universidad de Cádiz; 2006.
8. Clements, R. Guía Completa de las Normas ISO 14 000. Barcelona: Gestión 2000; 1997.
9. Da Costa, E. A impossibilidade de uma ética ambiental: o antropocentrismo moral como obstáculo ao desenvolvimento de um vínculo ético entre ser humano e natureza. Tesis doctoral, Curitiba: Universidad Federal de Paraná Eds., 1997.
10. Engvall, K. Una aproximación sociológica a la Calidad del Ambiente Interior de Viviendas: Los factores de riesgo para el Síndrome del Edificio Enfermo (SBS) y el malestar humano. Tesis doctoral, Uppsala: Uppsala Universitet Eds.; 2003.
11. Glas, B. Aspectos metodológicos de la investigación relacionada con síntomas inespecíficos de la construcción de edificios. Tesis doctoral, Umeå: University, Umeå; 2003.
12. Gretchen E. Headache symptoms and indoor environmental parameters: Results from the EPA BASE study. Department of Neurology, Toledo, Ohio: University of Toledo Medical Center Eds.; 2012.
13. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática): Anuario Estadístico de la región La Libertad, Trujillo, Perú: INEI Publicaciones, 2012.
14. Indoor Air Quality Management Group of Government of Hong Kong-Special Administrative Region. Hong-Kong; Government Eds., 2003.
15. Sahlberg, B. Ambiente Interior de Viviendas y Síndrome del Edificio Enfermo (SBS): Estudios longitudinales. Tesis doctoral, Uppsala: Uppsala Universitet Eds.; 2012.
16. Vaquero de la Hoz, M. Calidad del aire interior (IAQ) en las edificaciones hospitalarias. Tesis doctoral, Valladolid: Universidad de Valladolid Eds.; 2011.

## ARTICULOS CIENTÍFICOS

17. Cain W. y Leaderer B. (1982), "Ventilation Requirements in Occupied Spaces during Smoking and Nonsmoking Occupancy", Environment International 1 (8) 505-514.
18. Environmental Protection Agency (2002). A comparison of indoor and outdoor concentration of hazardous air pollutants. Inside IAQ. EPA's Indoor Air Quality Research Update. EPA/600/N-98/002 Spring/Summer (1)1-7.
19. Hernández, J., (2014) Medidas de mejora de la eficiencia energética de edificios residenciales. Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya Eds., (1) 1-10.
20. Markowicz, P. Determination and control of some pollutants in indoor environments Division of Medical Microbiology, Lund University Eds., 2014, 1st. Edition, 22-41
21. Organización Mundial de la Salud (1984). Indoor air pollutants : exposure and health effects. Euro Reports and Studies 1 (78), 151-157.
22. Organización Mundial de la Salud (1987). Indoor air quality research. Euro Reports and Studies 1 (103), 112-115.
23. Organización Mundial de la Salud (2010). Guidelines for Indoor Air Quality – Selected Pollutants, Euro Reports and Studies 1 (47) 184-192
24. Passarelli G. (2009) Sick building syndrome: An overview to raise awareness. Journal Build Appraisal 5(1):55-66
25. Rey, M. F. J., Velasco, G. E. (2007). Calidad de ambientes interiores. Thomson, Madrid. (1) 27-193