

RESEARCH ARTICLE

Síndrome de edificios enfermo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca

Daniel M. Jadán Mendez  Jefferson Torres Quezada 

Universidad Católica de Cuenca, Cuenca EC010105, Ecuador

✉ Correspondencia: daniel.jadan.22@est.ucacue.edu.ec  + 593 98 475 7846

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61059>

Resumen:

El síndrome del edificio enfermo se refiere a un conjunto de síntomas que se presentan en las personas que pasan largas horas en edificios con problemas ambientales, como ventilación deficiente, humedad, iluminación inadecuada y otros factores similares, el presente, lo que puede generar impactos negativos en la salud y el rendimiento de los estudiantes, profesores y personal administrativo que trabajan o estudian en el edificio; para lo cual, se realizó un estudio de tipo cuantitativo de carácter no experimental y de tipo descriptivo, por medio de herramientas diseñadas para la medición de elementos como material particulado (PM), temperatura, sonido e iluminación. Como principales resultados se puede apreciar la presencia de diversos factores de riesgos que pueden afectar a estudiantes o trabajadores que se encuentran dentro del edificio y se destaca la importancia de considerar el confort ambiental en el diseño y la gestión de edificios universitarios para garantizar un ambiente saludable y confortable para los estudiantes y el personal.

Palabras claves: Edificios enfermos; Confort térmico; Confort lumínico; Confort acústico; Contaminación Ambiental.

"Sick Building Syndrome at the Faculty of Engineering of the Catholic University of Cuenca"

Abstract: The sick building syndrome refers to a set of symptoms that occur in people who spend long hours in buildings with environmental problems such as poor ventilation, humidity, inadequate lighting, and other similar factors. This can lead to negative impacts on the health and performance of students, teachers, and administrative staff who work or study in the building. To address this, a quantitative, non-experimental, and descriptive study was conducted using tools designed to measure elements such as particulate matter (PM), temperature, sound, and lighting. The main results indicate the presence of various risk factors that can affect students or workers who are inside the building, highlighting the importance of considering environmental comfort in the design and management of university buildings to ensure a healthy and comfortable environment for students and staff.

Keywords: Sick buildings; Thermal comfort; Lighting comfort; Acoustic comfort; Environmental pollution.



Cita: Jadán Mendez, D. M., & Torres Quezada, J. (2023). Síndrome de edificios enfermo en la facultad de ingeniería de la universidad católica de cuenca. Green World Journal, 6(1), 59.

<https://doi.org/10.53313/gwj61059>

Received: 20/Feb /2023

Accepted: 14/Apr /2023

Published: 20/Apr /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

El Síndrome de Edificio Enfermo (SEE) es un fenómeno que ha sido ampliamente estudiado debido a los problemas que causa en la salud y el rendimiento de las personas que pasan largas horas en edificios con problemas ambientales [1,2]. Este estudio se enfoca en analizar los factores de riesgo generados por este síndrome en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca durante el periodo 2022–2023 e identificar el estado de las instalaciones en riesgo térmico, ventilación, iluminación y ruido.

Este estudio es de gran relevancia, ya que permite identificar los principales factores de riesgo que afectan la salud y el bienestar de los estudiantes, profesores y personal administrativo que trabajan o estudian en el edificio. Asimismo, la propuesta de mejora que se genere a partir de los resultados obtenidos podrá ser utilizada por las autoridades universitarias para tomar medidas preventivas y correctivas que permitan garantizar un ambiente saludable y confortable en el edificio, lo cual puede contribuir a mejorar el rendimiento académico y laboral de los individuos que hacen uso del espacio [3,4].

Vale la pena mencionar que el SEE, es un problema de salud ambiental que se refiere a un conjunto de síntomas físicos y mentales que experimentan las personas que pasan mucho tiempo en edificios con problemas de calidad del aire interior, iluminación, temperatura y otros factores ambientales, dentro de los síntomas más comunes del SEE son fatiga, dolores de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, dificultades respiratorias, mareo y problemas de concentración. Estos síntomas pueden ser temporales o crónicos y pueden afectar a la salud y el bienestar de las personas que trabajan o viven en edificios enfermos [5,6].

La causa del SEE puede variar y puede ser el resultado de una combinación de factores ambientales y personales. Algunos de los factores ambientales que pueden contribuir al SEE incluyen la mala calidad del aire interior, la falta de ventilación, la contaminación del aire exterior, la humedad excesiva, la temperatura inadecuada, la iluminación deficiente, la exposición a productos químicos o tóxicos, y la presencia de alérgenos y otros contaminantes biológicos. Además, los factores personales como el estrés, la edad, el género y la salud preexistente pueden aumentar la susceptibilidad a los síntomas del SEE [7,8].

Diversos estudios han encontrado que la calidad del aire en edificios puede verse comprometida por diversas fuentes de contaminación, como es el caso de la mala ventilación y el uso de productos químicos. Por una parte, una inadecuada ventilación puede provocar la acumulación de dióxido de carbono y otros contaminantes en el aire, mientras que el uso de sustancias de limpieza, la decoración y la construcción puede provocar reacciones químicas volátiles que pueden tener efectos negativos en la salud de las personas [9,10].

Por otra parte, la exposición al ruido dentro de ambientes interiores de un edificio es un factor de riesgo que puede tener efectos negativos en la salud, el bienestar y la productividad de las personas. Son numerosas las fuentes de origen del ruido, entre las más frecuentes se destaca el tráfico exterior, construcciones cercanas, las instalaciones mecánicas y los vecinos ruidosos, dentro de los principales consecuencias se destaca la pérdida auditiva, la fatiga, el estrés, la ansiedad, el insomnio o en el peor de los casos la sordera permanente, también puede afectar el sistema nervioso central, la salud mental, la concentración, la comunicación y la calidad del sueño, afectando a las personas en tareas como trabajar y estudiar. Es importante destacar que la percepción del ruido es subjetiva y varía de persona a persona [2,11].

La iluminación es un factor de riesgo que a menudo se pasa por alto, sin embargo, uno de los problemas más comunes relacionados a esta variable es la fatiga visual. La fatiga visual puede

ocurrir cuando el sujeto debe de realizar una tarea en condiciones de iluminación inadecuadas, como la falta de luz natural, la luz demasiado brillante o la iluminación parpadeante. Lo que puede provocar en el sujeto síntomas que incluyen dolores de cabeza, mareos, fatiga y visión borrosa. La fatiga visual también puede aumentar el riesgo de errores y accidentes en el lugar de trabajo, afectando su calidad y productividad. Además, la luz brillante puede interferir con el sueño y el bienestar de las personas, especialmente aquellos que trabajan en turnos nocturnos [12].

A su vez, la temperatura es un factor de riesgo importante que puede afectar negativamente la salud humana. La exposición a temperaturas extremas como el calor puede tener consecuencias graves, como deshidratación, agotamiento por calor y golpe de calor, agravar enfermedades crónicas y aumentar el riesgo de ataques cardíacos o accidentes cerebrovasculares. Mientras que la exposición a temperaturas frías puede tener un impacto significativo en su bienestar y desempeño académico, afectando la atención, la memoria y la capacidad cognitiva de los estudiantes, lo que a su vez puede disminuir su rendimiento académico. Además, la exposición prolongada al frío puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias e infecciones [5,13].

En este sentido, el confort ambiental, térmico, lumínico y acústico son factores clave para asegurar un ambiente saludable y productivo en cualquier edificación ya sean de tipo residencial, de salud, oficinas o de educación. Estos últimos pueden tener una mayor repercusión debido a la cantidad de usuarios y por el carácter de actividades que albergan. Los cuatro tipos de confort mencionados son esenciales para lograr un espacio apto para el aprendizaje [13,14].

2. Materiales y métodos

La presente investigación cuenta con una metodología con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo analítico, de carácter no experimental y con una cohorte transversal. El objetivo principal de la investigación es analizar los factores de riesgos generados por el síndrome del edificio enfermo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca, abarcando los siguientes riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido.

2.1 Área de estudio

La Universidad Católica de Cuenca es una Institución de Educación Superior fundada en 1970, cuya matriz se encuentra en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Dicha institución cuenta con varias locaciones dentro del cantón las cuales presentan en su gran mayoría deterioros debido a su antigüedad y falta de mantenimiento. No obstante, para el presente estudio se consideró el edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, es cual se sitúa en la zona norte de la ciudad.



Figura 1. Ubicación a nivel de Latinoamérica, a nivel del Ecuador y a nivel de la Provincia.

Para la elección del mismo se tomó en consideración varios factores como, su antigüedad, características de su construcción, flujo de estudiantes y su ubicación. Este último factor es de gran relevancia ya que el inmueble se encuentra ubicado en una de las zonas con mayor contaminación de la ciudad, esto se debe a que limita con una de las principales avenidas de la ciudad, la cual es fuente de contaminación sonora y ambiental. La tipología del edificio se compone de dos bloques de tres plantas de altura orientados de este a oeste y separados por un corredor central. El bloque norte se encuentra colindante con la Avenida de las Américas la cual es una vía de primer orden planificada inicialmente como eje periférico de la ciudad. El bloque sur está limitado por la Escuela Alberto Andrade Arízaga "Brummel".

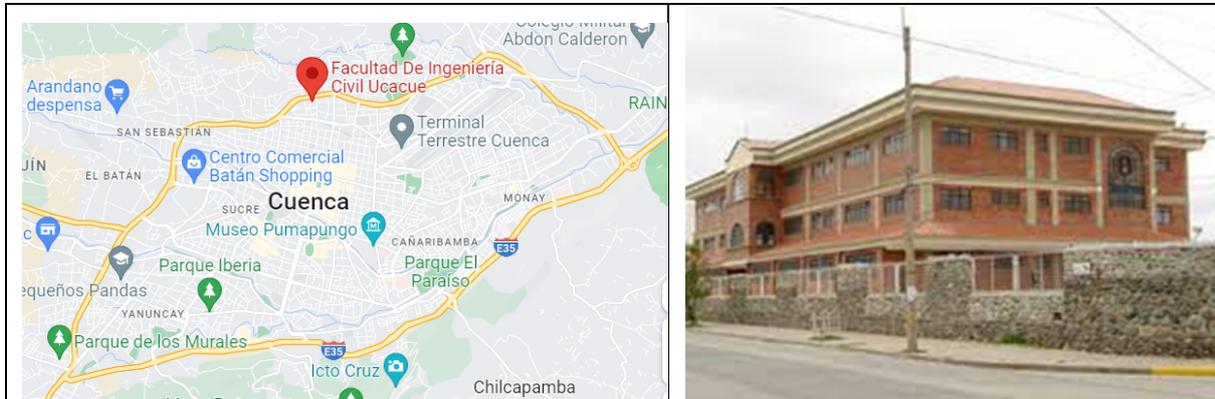


Figura 2. Ubicación en la ciudad y una foto externa del edificio

2.2 Método

Como método de investigación se hizo uso del enfoque cuantitativo el cual implica la recopilación de datos numéricos y su análisis estadístico. El tipo descriptivo analítico se enfoca en describir y analizar los fenómenos que se estudian, mientras que la investigación no experimental no manipula variables y se basa en la observación. La cohorte transversal implica la selección de una muestra y la recopilación de datos en un solo momento en el tiempo.

Para lograr los objetivos de la investigación, se llevaron a cabo diversas etapas metodológicas, como la revisión bibliográfica para la elaboración de la introducción y discusión, la identificación de los principales riesgos del edificio enfermo y la caracterización de los factores de riesgo en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca. También se realizaron una evaluación de las instalaciones para determinar su estado actual en cuanto a los factores de riesgo, lo que permitirá la identificación de las áreas que requieren mejoras.

A su vez, se propondrán medidas de mejora para los diferentes factores de riesgo identificados, lo que permitirá establecer acciones concretas para mejorar las condiciones de los espacios de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca en términos de riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido.

2.3 Instrumentos

Para el levantamiento de información se hizo uso de un sensor de polvo conocido como "Sharp GP2Y1010AU0F" que es compatible con la placa Arduino Uno y puede medir la concentración de partículas finas en el aire. Este sensor utiliza un diodo emisor de luz (LED) y un fototransistor para detectar partículas en el aire. Cuando las partículas ingresan al sensor, la luz reflejada por las partículas es detectada por el fototransistor, lo que permite al sensor estimar la concentración de partículas. La señal de salida del sensor puede ser procesada por el microcontrolador de la placa Arduino Uno para mostrar la concentración de partículas en un display o enviarla a una plataforma

de registro de datos. Para la medición del aire se tomó como referencia la normativa NTP 549: denominada "El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior".

Mientras que para la medición de temperatura se implementó el instrumento de temperatura y humedad RC-51H es un medidor de mano que se utiliza para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en una amplia variedad de aplicaciones. Este dispositivo funciona midiendo la resistencia eléctrica de un sensor de temperatura y un sensor de humedad para calcular la temperatura y la humedad relativa del aire. Hay que recalcar que el Estado Ecuatoriano no establece una temperatura dentro del aula de clases, sin embargo, para este estudio se hizo referencia del Real Decreto 486/1997 en donde establece que la temperatura se debe encontrar entre los 17 y 27 °C.

A su vez para la medición del sonido, se hizo uso de un dispositivo móvil, en el cual se instaló una aplicación para la medición de decibeles dentro de los puntos de muestra, para valorar el riesgo se usó como referencia el Decreto ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores del Ecuador en donde en su artículo 55.- denominado "Ruidos y vibraciones" en donde se puede ver en el numeral 7, una tabla que expresa la intensidad sonora y sus consecuencias.

Finalmente, para la medición de la intensidad lumínica se hizo uso de un dispositivo móvil, en el cual se instaló una aplicación para medir los niveles mínimos de iluminación; a su vez para valorar el riesgo se utilizó como referencia el Decreto ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores del Ecuador en donde en su artículo 56.- denominado "Iluminación, niveles mínimos" en donde se puede ver en el numeral 1, los estándares establecidos para la iluminación.

2.4 Toma de muestras

Para la recolección de datos hizo uso de un muestreo aleatorio estratificado, en donde se establecen ciertas zonas de gran relevancia y se establece los días para la toma de muestras. En este caso se estableció diversas zonas de interés en la universidad durante los días 6 al 10 de marzo de 2023. Mientras que la toma de muestras se realizó en un horario matutino, medio día y vespertino, para capturar una amplia variedad de condiciones ambientales en diferentes momentos del día. Se utilizaron instrumentos específicos para cada variable de estudio, tales como luxómetro, sonómetro, termómetro y sensor de polvo, y se tomaron 55, 75, 74 y 70 muestras respectivamente. Como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1. Toma de muestras.

Fecha de recolección de datos	Horario de la muestra	Instrumento	Medida	Número de muestras por factor de riesgo
06/03/2023	Matutino	Luxómetro	Luxes (Lx)	114 muestras en la variable (Lx)
07/03/2023	Medio día	Sonómetro	Decibeles (dB)	75 muestras en la variable (dB)
08/03/2023	Vespertino	Termómetro	Grados Centígrados (°C)	74 muestras en la variable (°C)
09/03/2023		Sensor de polvo	Microgramos metro cúbico (µg/m ³)	70 muestras para la (µg/m ³)
10/03/2023				

Metodología aplicada para la toma de muestras.¹

¹ Las tomas de muestras fueron efectuadas en periodo de vacaciones, es decir que no se puede tener una apreciación real del edificio con actividades normales.

Por otra parte, se puede ver mediante la figura. 3 la ubicación cardinal del edificio y los puntos de muestra que se utilizaron en el estudio. Los puntos de muestra incluyen el pasillo de acceso en la planta baja, la oficina 106 también en la planta baja, el aula 201 y el aula 212 en la primera planta alta, y el aula 312 en la segunda planta alta. La selección de estos puntos de muestreo se basó en factores como la presencia de estudiantes y personal en estas áreas, así como su uso frecuente en las actividades diarias del edificio.

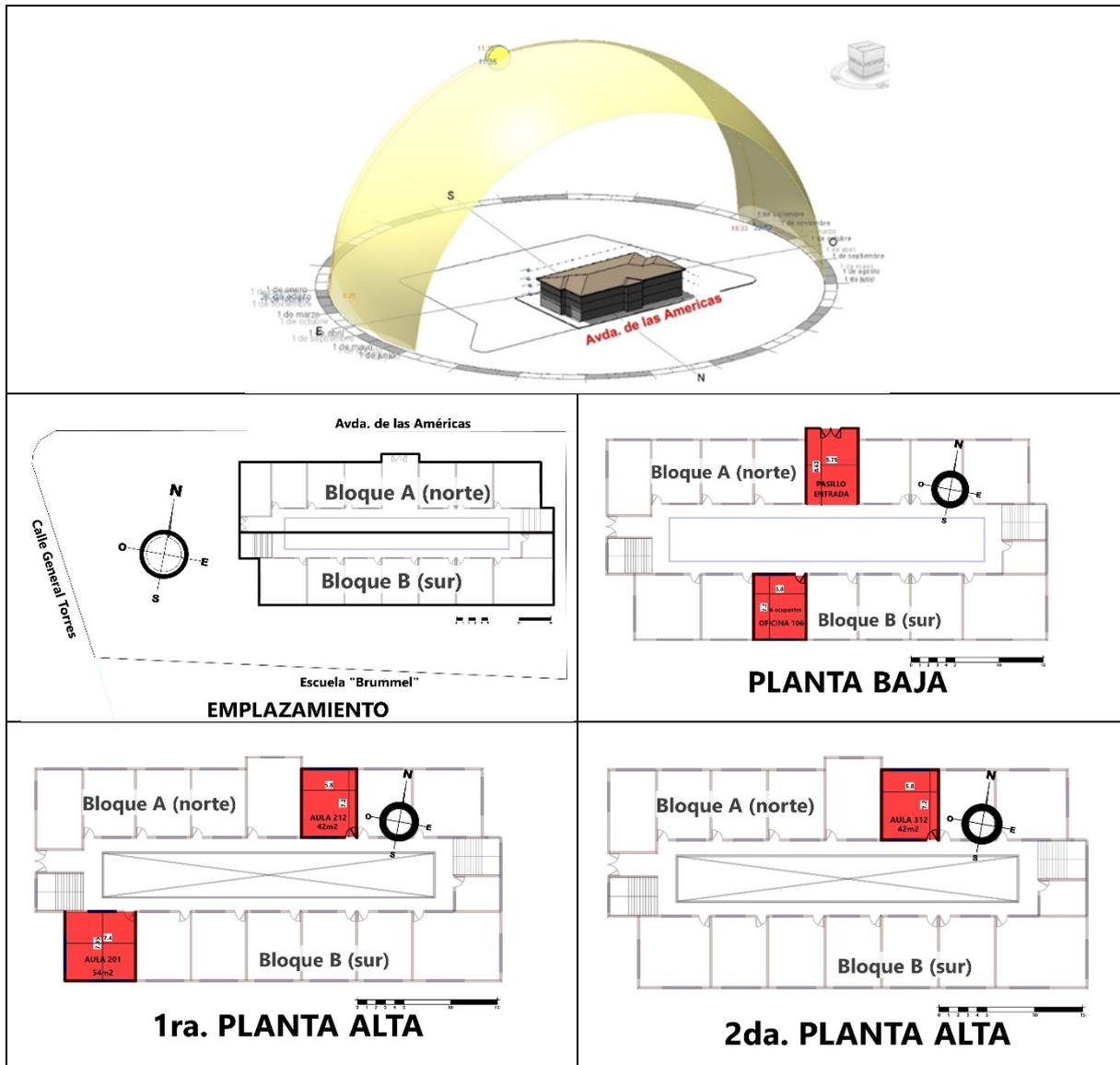


Figura 3. Ubicación cardinal del edificio y selección de la muestra

3. Resultados

Los resultados de esta investigación se encuentran divididos en calidad del aire, temperatura, sonido e iluminación, los cuales se presenta a continuación:

3.1. CALIDAD DEL AIRE

Se tomaron 70 muestras, divididas en 5 zonas y en cada zona se midió 14 veces, la recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, como valor mínimo de microgramos metro cubico se encontró un valor mínimo de 570 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y un valor máximo de 705,74 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), a su vez se tuvo una media de 662,0214 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y una desviación estándar de 30,65340. Estos resultados manifiestan que la concentración

de material particulado es alta, y puede causar irritación en ojos, nariz y garganta, así como mareos y náuseas, según la normativa utilizada.

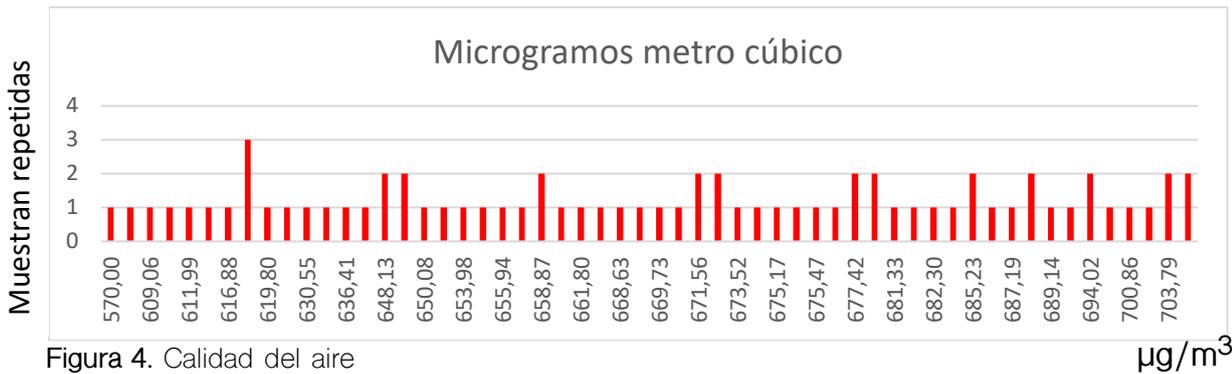


Figura 4. Calidad del aire

3.2. TEMPERATURA

Se tomaron 74 muestras, clasificadas en 5 zonas y divididas de la siguiente forma: En el Pasillo de acceso PB, se tomó 9 muestras; en la Oficina 106 (PB), se tomó 12 muestras; en el Aula 201 (1ra. PA), se tomaron 12 muestras; en el Aula 212 (1ra. PA), se tomaron 12 muestras y en el Aula 312 (2da. PA), se tomaron 11 muestras. La recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, el valor mínimo de temperatura fue de 16,3 °C y el máximo de 24 °C mientras que la media fue de 19,21 °C con una desviación estándar de 1,55. Los resultados manifiestan que el 71,6% de los datos representa una temperatura fresca y el 28% una temperatura cálida. La normativa señala que la temperatura fresca o moderada, que suele ser cómoda para la mayoría de las personas y que la temperatura cálida o confortable, que es adecuada para la mayoría de las actividades diarias. Según la normativa utilizada.

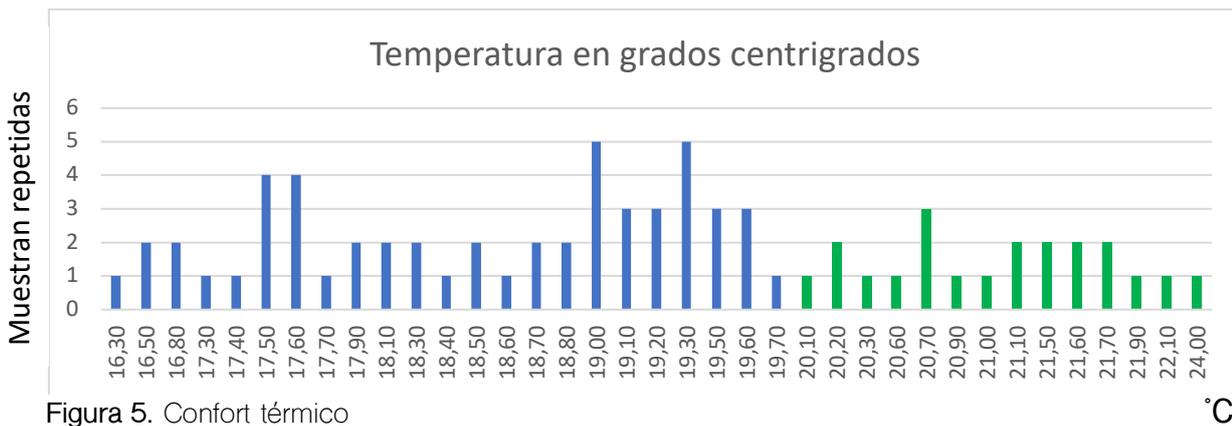


Figura 5. Confort térmico

3.3. SONIDO

Se tomaron 75 muestras, divididas en 5 zonas y en cada zona se midió 15 veces, la recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, como valor mínimo en decibeles se obtuvo 51 (dB) y como valor máximo se obtuvo 72 (dB), a su vez se tuvo una media de 61,04(dB) y una desviación estándar de 5,16, estos resultados manifiestan que el riesgo acústico es bajo. Según la normativa utilizada.

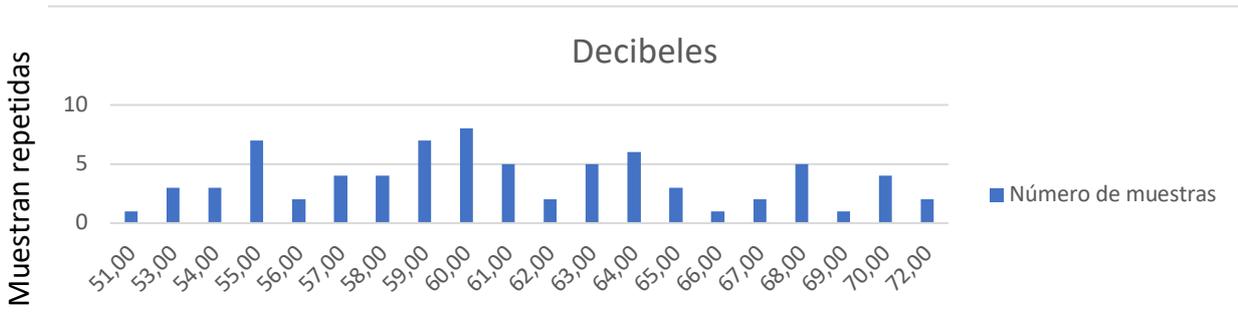


Figura 6. Niveles sonoros

dB

3.4. ILUMINACIÓN

Se tomaron 114 muestras, clasificadas en dos grupos de “Persianas abiertas y luces prendidas” (PALP) y “Persianas abiertas y luces apagadas” (PALA) en 5 zonas divididas de la siguiente forma: En el Pasillo de acceso PB, se tomó 18 muestras; en la Oficina 106 (PB), se tomó 24 muestras; en el Aula 201 (1ra. PA), se tomaron 24 muestras; en el Aula 212 (1ra. PA), se tomaron 24 muestras y en el Aula 312 (2da. PA), se tomaron 24 muestras. La recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, el valor mínimo de Luxes fue de 4 Lx y el máximo de 1050 Lx, mientras que la media fue de 265,8 Lx con una desviación estándar de 207,199. Los resultados manifiestan que el 21,9% de los datos representa una iluminación muy baja, que puede dificultar la realización de tareas o actividades, representado con 25 muestras de (PALA); seguido de un 20,2% de iluminación baja, que puede ser adecuada para actividades en las que se requiere poca precisión o atención visual, representado con 6 muestras de (PALP) y 17 muestras de (PALA); un 47,4% de iluminación media, que es adecuada para la mayoría de las tareas y actividades diarias; con una representación de 42 muestras de (PALP) y 12 muestras de (PALA); un 9,6% de iluminación alta, la cual es recomendada para tareas que requieren una mayor atención visual, como la lectura o la escritura. Con una representación de 8 muestras para (PALP) y 3 muestras para (PALA) y finalmente, un 0,9% de iluminación muy alta, adecuada para tareas que requieren una atención visual muy precisa, como la manipulación de objetos pequeños o la realización de trabajos detallados, con una representación de una muestra para (PALP). Según la normativa utilizada.

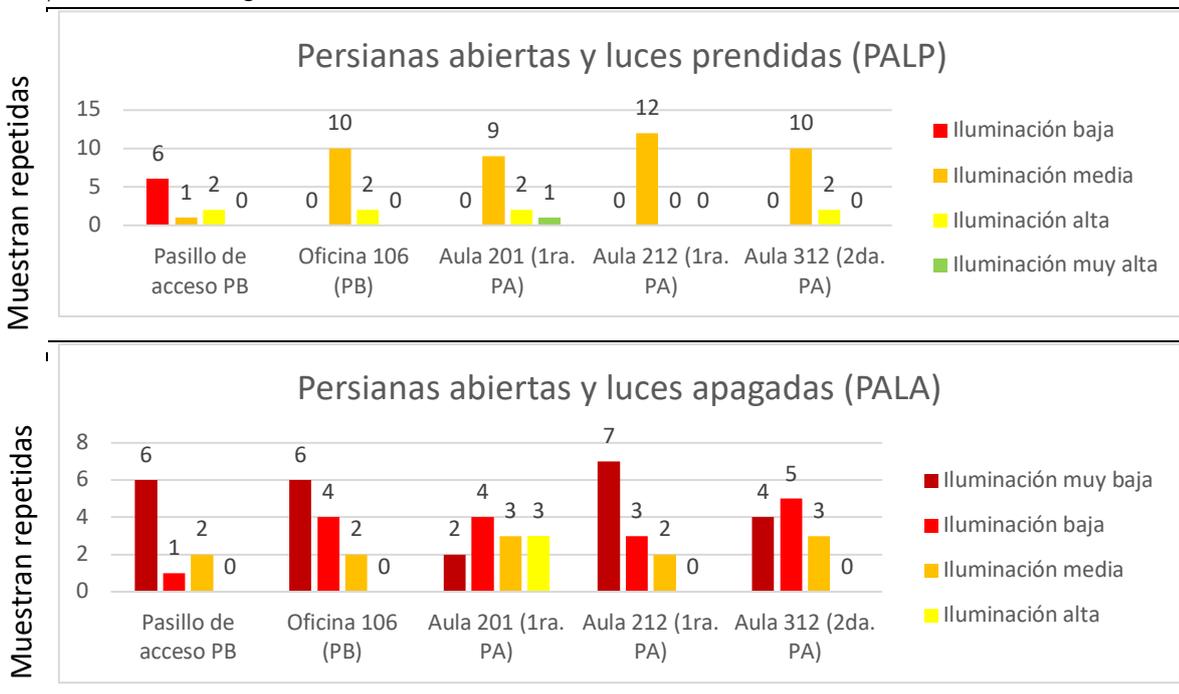


Figura 7. Calidad lumínica

4. Discusión

Los resultados en el presente estudio en virtud de la calidad del aire, indica que se podría generar problemas de salud a sus ocupantes. De acuerdo con estudios previos, la exposición prolongada a altas concentraciones de material particulado puede tener efectos nocivos en la salud humana. Un estudio de Casino, encontró una relación significativa entre la exposición al material particulado y la disminución de la función pulmonar. Otro estudio de Khan encontró una relación entre la exposición al material particulado y el riesgo de enfermedades cardiovasculares [15,16].

En relación a las normativas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que la concentración de material particulado en el aire no supere los 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio anual y los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio diario. Los valores encontrados en este estudio exceden ampliamente estos límites, lo que indica que se deben tomar medidas para reducir la concentración de material particulado en el aire dentro del edificio.

En relación de la temperatura, se puede observar que mantener una temperatura adecuada en los edificios para prevenir el Síndrome del Edificio Enfermo. Por ejemplo, según el estudio de Abdallah en 2016, manifiesta que una temperatura moderada en el ambiente interior mejora el desempeño cognitivo y reduce el riesgo de enfermedades respiratorias y alergias [3].

Además, los resultados de la investigación también indican que el 28% de los datos representa una temperatura cálida, la cual puede ser adecuada para ciertas actividades específicas, pero puede resultar incómoda para la mayoría de las personas si se mantiene durante períodos prolongados. Esta información coincide con lo señalado por otros autores, como Carvajal, quien manifiesta el grado de confort térmico en las aulas de clases, en el que se incluye la temperatura como uno de los factores principales [17].

Por otra parte, se han estudiado los efectos del ruido en edificios y han encontrado que la exposición al ruido puede afectar la salud de los ocupantes, especialmente en términos de estrés y fatiga. En este sentido, la normativa establece límites de exposición al ruido en los edificios para proteger la salud de los ocupantes, en esta investigación se pudo observar que los niveles de ruido no presentaban riesgo [2].

Estos resultados sugieren que la iluminación en el edificio no siempre cumple con los niveles recomendados para el bienestar y el rendimiento visual. Varios estudios han demostrado que la iluminación inadecuada puede afectar negativamente la salud y el bienestar de las personas, como el rendimiento visual, la fatiga ocular, la cefalea, la somnolencia y el estrés. Además, la iluminación también puede afectar el rendimiento cognitivo y emocional, como la atención, la memoria, el estado de ánimo y la satisfacción laboral. Por lo tanto, es importante que los edificios estén diseñados y mantenidos con una iluminación adecuada para promover la salud, el bienestar y el rendimiento de las personas (13,12).

5. Conclusión

En conclusión, se puede afirmar que el síndrome de edificios enfermos es un problema relevante en el bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca en el periodo 2022-2023, y que existen diversos factores de riesgo asociados a este síndrome en dicho edificio.

A través de nuestro marco sistemático, pudimos identificar los principales riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido en el edificio, lo que nos permitió realizar una evaluación detallada del estado de las instalaciones en relación a estos factores de riesgo.

En general, se encontraron niveles de ruido, iluminación, ventilación y temperatura que pueden generar riesgos para la salud y el bienestar de las personas que utilizan el edificio. En particular, se identificaron algunos espacios con niveles de ruido, iluminación y temperatura que superan los umbrales de seguridad recomendados.

A partir de estos resultados, se propone una serie de mejoras que pueden ser implementadas para reducir los riesgos asociados al síndrome de edificios enfermos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca. Entre estas mejoras, se destacan la revisión y mantenimiento de las instalaciones de ventilación, la regulación y optimización de la iluminación, la implementación de medidas de control del ruido, y la evaluación periódica de los factores de riesgo. En conclusión, este estudio es un primer paso importante para mejorar las condiciones de habitabilidad del edificio y garantizar la salud y el bienestar de las personas que lo utilizan.

Recomendaciones:

Sobre la base de los resultados obtenidos en este estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar el confort ambiental, acústico, lumínico y térmico del edificio en cuestión:

1. Mejorar la envolvente del edificio: se recomienda mejorar la envolvente del edificio con materiales que cumplan con las normas establecidas para disminuir las pérdidas térmicas. Además, se sugiere mejorar la orientación de los espacios para aprovechar al máximo la radiación solar y reducir la necesidad de calefacción.
2. Implementar sistemas de climatización adecuados: se sugiere la implementación de sistemas de calefacción y ventilación que permitan mantener una temperatura agradable en el interior del edificio y mejorar la calidad del aire.
3. Aumentar la superficie vidriada: se recomienda aumentar la superficie vidriada en el edificio para aprovechar la iluminación natural y mejorar el confort lumínico en los espacios.
4. Insonorización: se sugiere implementar medidas de insonorización en las áreas más expuestas al ruido, como la fachada que da a la avenida de alto tráfico. Además, se recomienda evaluar la posibilidad de instalar paneles absorbentes de sonido en las áreas de mayor necesidad.
5. Implementar medidas de ventilación adecuadas: se sugiere implementar medidas de ventilación adecuadas que permitan la renovación de aire en el interior del edificio, como la instalación de sistemas de ventilación mecánica controlada o la renovación de las ventanas existentes para mejorar la circulación del aire.
6. Se recomienda replicar la investigación en periodo académico.

Agradecimiento: El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestrías en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Contribución de autores: Idea, tabulación, trabajo de campo, revisión, redacción, metodología, software, validación, edición (D.J-J.T), revisión, supervisión (J.T).

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Zhang X, Lin F. Comprehensive evaluation of indoor air quality in residential buildings in northern China. *Journal of Environmental Sciences*. 2020: p. 92, 120–128.
2. Barreiro M, Laffon B. Síndrome del edificio enfermo: una revisión crítica de los factores de riesgo. *Revista de Salud Ambiental*. 2020: p. 20(1), 57–70.
3. Abdallah T, Charron C. Indoor air quality in Canadian multi-unit residential buildings: A review. *Building and Environment*. 2016: p. 106, 264–274.
4. Chen H, Li Y. A review of indoor air quality and related human health effects in China. *Science of the Total Environment*. 2020: p. 701, 134751.
5. Soares J, Fernandes MA. Discusión del síndrome del edificio enfermo en trabajadores de la salud. *Revista Cubana de Enfermería*. 2020: p. 36(2), 1–16.
6. Córdoba C, Aragoneses H. Factores de riesgo relacionados con el trabajo en ambientes térmicos extremos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*. 2018: p. 64(253), 29–42.
7. Corzo E, Morán R. Prevalencia del síndrome del edificio enfermo en trabajadores de la industria manufacturera. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. 2022: p. 62(1), 47–54.
8. Hong J, Ji Y. Assessment of the air quality of subway stations and characterization of the particulate matter (PM) inside subway train carriages in Seoul, Korea. *Environmental pollution*. ;: p. 249, 247–256.
9. Torija A, Ruiz D. Evaluation of the exposure to noise pollution in urban parks. *Journal of Environmental Management*. 2017: p. 193, 377–384.
10. Biondi D, Viggiani V. Indoor air quality and sick building syndrome: a review of the Italian regulatory framework. *Sustainability*. 2019: p. 11(24), 7131.
11. González C, Ortega M. PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO EN EL PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS. *Enfermería y Educación*. 2019;: p. 197.
12. Stathopoulos T, Psarrou E. Lighting quality and energy efficiency in office environments: A review of the literature. *Energy and Buildings*. 2017: p. 152, 359–374.
13. Boyce PR, Boubekri M. Human light exposure and circadian disruption. *Lighting Research & Technology*. 2019: p. 51(5), 605–618.
14. Soares J. Síndrome del edificio enfermo en tiempos de pandemia por COVID-19. *Revista Cubana de Enfermería*. 2020: p. 36.
15. Cansino R, Rosales J. Noise pollution and hearing loss: a review. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2018: p. 56(2), 192–200.
16. Khan I, Ziauddin S. Indoor air pollution: a comprehensive review. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 2017: p. 35(5), 209–239.
17. Carvajal R, Robles J, Solís J. Sistema de análisis energético y de temperatura de las ventanas de un aula de clase con y sin aislamiento térmico. *Revista de Iniciación Científica*. 2018; 4(2), 26–30.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

