



doi: 10.4321/s0465-546x2024000300004

Artículo original

Calidad del aire interno de un hospital público: una mirada al dióxido de carbono y la transición COVID-19

Indoor Air Quality in a Public Hospital: A Look at Carbon Dioxide and the COVID-19 Transition

Pamela Elizabeth Valencia Paredes¹

Juan Manuel Coaquira Mamani¹

Víctor German Torres Díaz¹

¹Investigador independiente, Perú.

Correspondencia

Pamela Elizabeth Valencia
pamelavalencia@webgroupmail.com

Recibido: 09.02.2024

Aceptado: 28.07.2024

Publicado: 01.09.2024

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Financiación

No se ha recibido.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

Cómo citar este trabajo

Valencia Paredes PE, Coaquira Mamani JM, Torres Díaz VG. Calidad del aire interno de un hospital público: una mirada al dióxido de carbono y la transición COVID-19. *Med Segur Trab (Internet)*. 2024;70(276):171-179. doi: 10.4321/s0465-546x2024000300004

© BY-NC-SA 4.0

Resumen

El objetivo fue evaluar el nivel de CO₂ del aire interior de un hospital público y establecer una relación con el grado de obstrucción bronquial que poseen los trabajadores. La metodología fue prospectiva, corte transversal y diseño relacional. El nivel promedio de CO₂ en el hospital fue de 590.15 ppm, valor aceptable para interiores pero que supera los niveles de promedio mundial. El personal que trabaja en el área asistencial presentó más casos leves (35.36 %) y severos (26.24 %) en comparación con el administrativo. Se comprueba la relación altamente significativa ($R=0.945$) entre el nivel de CO₂ y el grado de obstrucción bronquial en los trabajadores del hospital. Se debe repensar los centros de salud, con infraestructura e instalaciones más eficientes, planteando nuevas normativas para el sector que lo conviertan en más eficiente y preparados para futuras pandemias.

Palabras clave: calidad del aire, hospital público, enfermedades respiratorias.

Abstract

The objective was to evaluate the CO₂ level of the indoor air of a public hospital and establish a relationship with the degree of bronchial obstruction that workers have. The methodology was prospective, cross-sectional and relational design. The average level of CO₂ in the hospital was 590.15 ppm, an acceptable value for indoors but exceeding the world average levels. The personnel working in the healthcare area presented milder (35.36%) and severe (26.24%) cases compared to the administrative one. The highly significant relationship ($R = 0.945$) between the CO₂ level and the degree of bronchial obstruction in hospital workers is verified. Health centers must be rethought, with more efficient infrastructure and facilities, proposing new regulations for the sector that make it more efficient and prepared for future pandemics.

Keywords: air quality, public hospital, respiratory diseases.

Introducción

En las últimas décadas, la urbanización mundial aumentó de 741 millones en 1950 a 4,2 mil millones en 2018, siendo América del Norte (82%) la más desarrollada, siguiéndola América Latina y el Caribe (81%), luego Europa (74%) y Oceanía (68%) (United Nations, 2018). Este crecimiento ha ocasionado un incremento de la contaminación atmosférica creando un mayor riesgo para la salud, estimándose que a nivel mundial el 20 % de las enfermedades pueden ser consecuencias de factores medioambientales (Zolezzi, 2017). La Organización Mundial de la Salud (2020), afirma que la contaminación del aire se ha convertido en un riesgo medioambiental importante para la salud, y la disminución de sus niveles tendría repercusión en la reducción de morbilidad producto de accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón, neumopatías de tipo crónico y agudas. Es decir, la contaminación urbana del aire afecta directamente la salud pública, en donde, el 21% de la población demanda atención medicada por enfermedades relacionadas a este tipo de contaminación (Franceschi et al., 2018). En función de la concentración de los contaminantes en el aire, se podrán medir los efectos, por ello, es necesario identificar su existencia, la fuente de emisión y realizar un control en los niveles de estos elementos peligrosos en el aire (Amable et al., 2017).

Por ello, es necesario considerar dentro de una investigación el término de Calidad del Aire resulta importante para lograr el bienestar humano. El bienestar humano depende del grado de contaminación que se genere dentro de su entorno, en la cual, un grado alto de afectación se refleja en un alto costo socioeconómico, en donde, el factor más determinante es convivir en un ambiente óptimo para no desestabilizar la salud pública (Valls, 2017). Se atribuye como principal responsable de la contaminación en los diversos edificios a la “mala calidad del aire en interiores”, y es la deficiente calidad de esta en los espacios cerrados que afecta a las personas, es mencionado que los habitantes de un lugar pasan entre el 58 % y 78 % dentro de un ambiente interior (Guardino, 2017). Se debe tomar en cuenta la variedad de contaminantes que pueden existir dentro de un ambiente interno, ya que, pueden afectar negativamente a la salud de las personas, como problemas fisiológicos, pérdida de concentración, fatiga e infección d enfermedades respiratorias (Tran, Park y Lee, 2020). Por ello, se prioriza la necesidad de evaluar la calidad del aire interno de un hospital público, debido a que el sector salud es de gran importancia sobre todo en el contexto actual de pandemia sanitaria que se vive a nivel mundial.

Además, tal como la contaminación del aire tiene impactos en la salud, el sector salud impacta en el medio ambiente. Si bien su actividad implica riesgos biológicos, también es un gran productor de las emisiones de carbono y consumo de energía de origen fósil, ya que, la infraestructura hospitalaria demanda mayor consumo energético durante las veinticuatro horas del día durante todo el año, siendo un aporte más dentro de los costos mensuales (Arocas et al., 2019). La demanda energética dentro de un hospital, se resume en el consumo que genera una cama hospitalaria es igual que cuatro casas de 100 m² (Celis et al., 2019). El sector que más emisiones de GEI se le atribuye es el sector energético, poseyendo 4,2 Gt de CO₂ eq., siendo 6,6 toneladas per cápita (Bárcena, Samaniego, Peres y Alatorre, 2020, pág. 27), en la cual, son los productores principales de la polución atmosférica, aportando gases de efecto invernadero (GEI) (Roca, Beltrán y Gómez, 2019). Las concentraciones de CO₂ en la atmósfera han excedido las 400 partes por millón (ppm), valor que solo había sido superado hace 3 millones de años cuando la temperatura promedio y el nivel del mar eran superiores al día de hoy, el aumento de estas emisiones de CO₂, desde hace 20 años, responden principalmente al crecimiento industrial y económico (Hurtubia, 2019).

Por lo cual, la investigación tiene como objetivo principal evaluar el nivel de CO₂ del aire interior de un hospital público y establecer una relación con el grado de obstrucción bronquial que poseen los trabajadores. Agregando una reflexión sobre la importancia de tomar acciones en la mejora de la calidad del aire dentro del hospital y su relación con la pandemia por COVID-19, que ha apremiado la mejora en la infraestructura de estos.

Materiales y métodos

El estudio fue de campo, prospectivo y de corte transversal, con un diseño relacional. Fue realizado en el hospital público de III Goyeneche en la ciudad de Arequipa. Donde se realizaron mediciones de los niveles de CO₂ en los diferentes ambientes del hospital durante las cuatro estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera) para poder obtener un valor promedio de la concentración de CO₂ durante todo el año.

Asimismo, se midió el grado de obstrucción bronquial de los trabajadores del hospital utilizando un flujómetro de Wright, se consideró este instrumento porque es uno de los más usados en la atención primaria y es un método de bajo costo y fácil manejo.

Los análisis de los datos se realizaron con métodos estadísticos y con la prueba de correlación de Pearson.

Resultados y discusiones

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de CO₂ dentro del Hospital III Goyeneche en la Tabla 1.

Tabla 1. Medición de CO₂ en las diferentes áreas del hospital.

	Emergencia	Pediatría	Oncología	Cirugía varones	Cirugía mujeres	UCI
Promedio	609.45	316.75	405.21	395.38	483.00	609.4
Desv. Estand.	176.97	60.73	70.77	111.27	80.37	144.1
	Dirección	Farmacia	Consult. Exter	Consult. On-colog.	Laboratorio	Obstetricia
Promedio	920.88	578.67	458.36	443.14	656.00	583.70
Desv. Estand.	256.88	312.45	151.17	99.36	203.00	269.70
	Sala de partos	Administración	Medic. varones	Medic. mujeres	Cirugía especial	Ginecología
Promedio	1200.00	715.00	449.00	723.10	486.17	589.38
Desv. Estand.	1151.00	150.66	142.80	186.43	73.10	152.81

La Tabla 1 muestra los datos promedios de las mediciones de CO₂ en los diferentes espacios del hospital público III Goyeneche, donde se observa que estos niveles promedios no superan el valor máximo de 1000 ppm recomendado (American National Standards Institute, 2019), con la excepción de la sala de parto que logró 1200 ppm y con la zona de dirección que alcanzó un valor cercano a 930.88 ppm de CO₂. Según un informe del Servicio Meteorológico Nacional (2022) del gobierno de Argentina, anunciar que la concentración CO₂ a nivel mundial el año 2019 fue de 410.5 ppm, valor superior a los registrados los años anteriores.

Se debe considerar que los niveles de dióxido de carbono en los interiores de un edificio son mayores que en el exterior variando entre los 730 y 800 ppm en ambientes cerrados, lo cual supone un riesgo a infecciones respiratorias, estando dentro del rango útil de medición entre 500 ppm a 1200 ppm (Sivinián y Rossetto, 2021), esta última mención sería válida para el caso del estudio ya que el promedio de los niveles de CO₂ de todas las áreas es de 590.15 ppm.

Frente a esta información se puede observar que la mayoría de las zonas del hospital sobrepasa el promedio mundial de emisiones de CO₂. A pesar de que, comúnmente se piensa que la calidad del aire se relaciona al aire externo de las ciudades, la mayor preocupación debería ser el aire interior, ya que, la mayoría de personas permanecen más en el interior de un edificio que en el exterior.

Es conocido que el sector salud, es un emisor de contaminantes al ambiente, como lo es el CO₂, en donde, la industria médica de carbono de los países más importantes aporta un 10% en la huella de carbono en el mundo (Eckelman y Sherman, 2016). Dentro de un establecimiento de salud se pueden reconocer tres fuentes de emisión, la primera se refiere a las emisiones directas de los establecimientos (17 %), aquellas emisiones indirectas que provienen de fuentes de energía como la electricidad, el vapor, los sistemas de refrigeración y calefacción, constituyendo el 12 % y el 71 % que corresponde a la cadena de suministro de este sector como: producción, transporte, manejo de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la salud (Karlner, Slotterback, Boyd, Ashby y Steele, 2019). Con mayor precisión se debe mencionar que son los procesos de climatización e iluminación, los que, a nivel mundial, son las principales fuentes de consumo energético (Martínez, García, Hernández y Niebles, 2019), por ende, serán las principales fuentes emisoras de CO₂ y a las cuales se les deberá prestar mayor atención.

Conociendo el impacto de las emisiones de CO₂ al ambiente por parte del sector salud, es necesario que este implemente instrumentos de gestión ambiental, donde se pueda incluir un seguimiento a la huella de carbono de estos establecimientos, considerando las diversas áreas de impacto ambiental que suceden en la operación de ellos (Rodríguez, García y García, 2016). Es decir, lograr establecimientos sostenibles en su dimensión ambiental con un uso eficiente de sus recursos y proyectando el menor impacto ambiental, pero además dentro del cambio a la sostenibilidad se puede mencionar las dimensiones sociales y económicas de la comunidad en la que se desenvuelve (Smith y de Titto, 2018). Será necesario impulsar políticas que promuevan la construcción de centros hospitalarios eficientes desde un punto de vista energético (Balkenhol, Castillo, Soto, Feijoo y Merino, 2018).

En la Tabla 2 se presenta la medición de flujo respiratorio de los trabajadores del hospital, separados en dos secciones: la administrativa y la asistencial, para establecer el grado de obstrucción bronquial.

Tabla 2. Medición del flujo respiratorio de los trabajadores del hospital.

Grado de obstrucción bronquial según FEM	Administración		Asistencial		TOTAL
	N°	%	N°	%	
Normal	5	15.62	18	10.97	23 (11.73%)
Leve	14	43.75	45	27.43	59 (30.10%)
Moderado	4	12.05	58	35.36	62 (31.63%)
Severo	9	28.13	43	26.24	52 (26.54%)
Total	32	100	164	100	196 (100%)

Los resultados muestran que el área administrativa el mayor porcentaje (43.75 %) de personal solo muestra un grado de obstrucción leve, debido a que ellos no se encuentran expuestos a procesos que emiten cantidades de CO₂, asimismo se debe precisar que esta área presenta menor concentración de personal. En cambio, en el área asistencial el mayor porcentaje (35.36 %) se registró con un grado de obstrucción moderado, y el 26.24 % presento un grado severo de obstrucción.

Asimismo, se realizó la prueba de correlación de Pearson para saber si los niveles de CO₂ se relaciona con el grado de obstrucción bronquial como se puede mostrar en la Tabla 3.

Tabla 3. Correlación de Pearson.

	CO ₂	Coef. de correlación de Pearson
Grado de obstrucción bronquial	R=0.945	Altamente significativo.

Con ello se comprueba la relación altamente significativa entre el grado de obstrucción bronquial y las emisiones de CO₂ del hospital III Goyeneche. Es necesario observar esta relación dentro de un edificio cerrado, ya que la presencia de CO₂ podría generar un impacto irreversible de la salud de quienes se encuentran expuestos a altos niveles de CO₂ diariamente. Aquellas personas que se exponen a zonas contaminadas presentan 1.7 veces más afecciones respiratorias versus a personas que viven en zonas de espacios abiertos o rurales (Amable, Méndez, Bello, Benítez, Escobar y Zamora, 2017). Zolezzi (2017),

refuerza la relación entre la contaminación del aire, tanto externo como interno, con la aparición de las enfermedades respiratorias, el asma o las alergias y las influencias que tienen los agentes ambientales en esta relación. Por ello, mientras más bajo sean los niveles de contaminación del aire, la salud cardiovascular y respiratoria de una población, mejorará a corto plazo (OMS, 2020). Se debe considerar que además de los contaminantes se debe precisar el tipo, el tamaño la concentración y la influencia que tiene el tiempo de exposición, otro punto a tomar en cuenta, es la susceptibilidad individual de las personas, la edad entre otros componentes (Arduzzo et al., 2019). La contaminación atmosférica contribuye a la exposición de enfermedades cardiovasculares, en donde, los países con ingresos 'per cápita' medios y bajos, poseen altos niveles de contaminación (Hystad et al., 2020).

Los resultados refuerzan lo propuesto sobre la calidad del aire, ya que la mala calidad de este no solo se manifestará con síntomas agudos y crónicos sino como una rama de variadas enfermedades específicas (Guardino, 2017), disminuyendo la calidad de vida de los que se encuentren expuestos a esto. La calidad ambiental de los edificios, como en el hospital, es determinante para la salud (Ambisalud, 2018). Los aspectos que influyen en la calidad de aire varían de acuerdo al sistema de climatización, siendo la temperatura, humedad y la limpieza del aire, los que proporcionan seguridad ambiental (García, 2018). El tema de la ventilación permitirá prevenir riesgos laborales, brindando condiciones de trabajo saludables y seguras mediante la reducción de los contaminantes ambientales del aire, generados en el lugar de trabajo. Es innegable la estrecha relación del sector salud con la contaminación del aire y como afecta la calidad del aire a las personas que necesariamente acuden a los centros de salud, si bien el sector salud no es responsable total de la contaminación, si posee un rol principal, por lo cual la mejora de estas instituciones deberá ser el centro de atención para mejorar las condiciones y calidad de vida de las personas.

Reflexión sobre la influencia de la pandemia por COVID-19 y la necesidad de rediseñar los hospitales

La realidad, a nivel global, es necesario establecer un plan general de mejora de las infraestructuras sanitarias, además de una actualización de la norma. La actual pandemia ha servido para constatar la deficiencia del sector salud y será necesario prever este tipo de pandemias, desde un punto de vista de planificación hospitalaria. La calidad del aire en un entorno sanitario mejora las condiciones de las personas que concurren con frecuencia a estos establecimientos (Ritchie et al., 2020), por ello, es importante implementar estrategias que diluyan posibles agentes contaminantes (Mousavi, Kananizadeh, Martinello y Sherman, 2021). Un adecuado manejo de la calidad del aire en establecimientos hospitalarios evita posibles infecciones (Smielowska, Maré y Zabiegala, 2017) y genera mayor producción por parte del personal sanitario (Ingrid, 2017).

En relación al hospital público de III Goyeneche en la ciudad de Arequipa, estas reformas no son tarea fácil, debido a las condicionantes que existen, es necesario parar la actividad para establecer medidas protocolares. Y no sólo de la parte arquitectónica, sino también de las instalaciones, que incluyen su renovación profunda y la puesta en marcha de nuevas tecnologías. Primero se requiere calcular el aire proporcionado y contar con la actualización del inventario de equipos. Las tareas pendientes incluyen la sustitución de los climatizadores, la regulación del caudal, el control de la dirección de impulsión del flujo o la mejora de la circulación del aire y monitoreo del gasto energético.

El diseño idóneo de equipos permitirá su buen funcionamiento. El buen funcionamiento depende del alcance que se le pretende dar a los ventiladores con respecto a la posición del filtro, baterías y su acceso factible para su limpieza. Porque no hay que olvidar, que las instalaciones deben de ser de fácil mantenimiento. La planificación no solo abarca el diseño modular sino engloba aspectos determinantes tales como el mantenimiento y su facilidad para poder sobrellevarlo. En los centros hospitalarios, es necesario el monitoreo del sistema de aire acondicionado.

En el hospital público de III Goyeneche en la ciudad de Arequipa, las instalaciones de calidad del aire interior no son al uso porque existe el objetivo mayor que es la bioseguridad. Como parte de la bioseguridad, es fundamental preservar el buen funcionamiento de la ventilación y la filtración del aire.

Como parte del mantenimiento de espacios cerrados que implique la salud de los pacientes y el personal sanitario, es fundamental priorizar la calidad del aire interno.

La filtración cuenta con expertos que lo asocian al buen rendimiento, sin embargo, no se encuentra respaldado por la normativa. Los espacios hospitalarios se encuentran acondicionados. Para llegar a un funcionamiento estable es necesario solucionar las etapas que pasen por un estado crítico. La reubicación adecuada permite reducir la propagación a otras áreas. Es necesario verificar y monitorear el flujo de aire. El monitoreo determina la dirección del aire hacia las áreas más idóneas, descartando el aire contaminado.

La normativa que apoye y brinde soluciones a este tipo de problemas, debe ser capaz de enfrentar aspectos imprescindibles dentro de ella. Siendo excluido dentro de la planificación durante la pandemia.

Conclusiones

Los valores de CO₂ medidos en las diversas áreas al interior del hospital mantuvieron niveles por debajo de 1000 ppm y un promedio total del edificio de 590.15 ppm. Pero teniendo en cuenta que sobrepasa el valor promedio mundial de emisiones de CO₂ en la atmósfera, por lo cual este estudio permite detectar problemas de elevadas emisiones de CO₂ ya que es sabido que el sector salud es un gran contaminante del ambiente, principalmente por su consumo de energía y liberación de gases al ambiente.

En cuanto, a las mediciones del grado de afectación bronquial de los trabajadores del hospital se observó que los mayores porcentajes fueron en el personal asistencial de forma leve (35.36 %), y de forma severa el 26.24 %. Esta información fue contrastada mediante la prueba correlacional de Pearson, revelando una relación altamente significativa (R=0.945) entre la cantidad de CO₂ dentro del hospital y el grado de obstrucción bronquial manifestada por los trabajadores.

En la tarea de mejorar la contaminación del aire del hospital público III Goyeneche en la ciudad de Arequipa, la administración del hospital debe aportar la capacidad y las herramientas necesarias para que los centros sanitarios se pongan al día con el objetivo de mejorar la calidad del aire interior. Por ello, es fundamental la incorporación de un cuerpo técnico especializado, asimismo, su complemento hará de ello, un buen rendimiento. Las instalaciones deben de ser planificadas y ejecutadas con el fin de proteger a los pacientes y al personal sanitario, porque es una prioridad.

Referencias

1. Acuña-Simbaqueva, L., Andrade, H., Segura, M., Sierra-Ramírez, E., Canal-Daza, D. y Greñas-Corrales, O. (2021). Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero de hogares por arbolado urbano en Ibagué-Colombia. *Revista Ambiente & Sociedad*, 24, 1-20. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422aso-c20200191vu2021L3AO>
2. Amable, I., Méndez, J., Bello, B., Benítez, B., Escobar, L. y Zamora, R. (2017). Influencia de los contaminantes atmosféricos sobre la salud. *Revista Médica Electrónica*, 39 (5), 1160-1170. Recuperado de: http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2470/pdf_335
3. American National Standards Institute (ANSI). (2019). *Ventilation for acceptable indoor air quality*. Standard 62.1.
4. Arduoso, L., Neffen, H., Fernández, E., Saranz, R., Parisi, C. et al. (2019). Intervención ambiental en las enfermedades respiratorias. *Medicina (Buenos Aires)*, 79 (2), 123-136. Recuperado de: <https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol79-19/n2/123-136-Med6871-Arduoso-A.pdf>
5. Balkenhol, M., Castillo, A., Soto, M., Feijoo, M. y Merino, W. (2018). Huella de carbono en el hospital base de puerto Montt. *Rev. Med. Chile*, 146, 1384-1389. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018001201384>
6. Guardino, X. (2017). Calidad del aire interior. En: Guardino X (ed.). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Guatemala: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, p. 44.1.

7. Huamán, K. (2018). *Evaluación de Calidad de Aire en áreas hospitalarias* (Tesis de grado). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26218/Trabajo%20de%20investigaci%c3%b3n_total.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Hurtubia, J. (2019). Breve examen al cambio climático, contaminación del aire y salud en Chile. *Cuadernos Médicos Sociales*, 59 (1), 7-16. Recuperado de: <https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/188/171>
9. Hystad et al. (2020). Associations of outdoor fine particulate air pollution and cardiovascular disease in 157 436 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. *Lancet Planet Health*, 4 (6), 235-245. Recuperado de: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2820%2930103-0>
10. Ibrahim, F., Zarina, E., Razali, A. & Sathasivam, J. (2022). Hospital indoor air quality and its relationships with building design, building operation, and occupant-related factors: A mini-review. *Frontiers in Public Health*, 10, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1067764>
11. Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B. y Steele, K. (2019). Huella climática del sector de la salud. *Salud sin daño*, 1-50. Recuperado de: <https://accionclimaticaensalud.org/sites/default/files/2021-06/huellaclimatica.pdf>
12. Martínez, D., García, M., Hernández, H. y Niebles, W. (2019). Gestión Energética en el Sector Salud en Colombia: Un Caso de Desarrollo Limpio y Sostenible. *Inf. Tecnol.*, 30 (5), 47-56. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500047>
13. Miao, S., Gangoelle, M., Tejedor, B. & Pujadas, P. (2022). Indoor air quality, thermal comfort and energy consumption trade off for educational buildings. 353-364. Recuperado de: http://dspace.aei-pro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/3141/AT02-010_22.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. Morooka, H., Yamamoto, T., Tanaka, A., Furuhashi, K., Miyagawa, Y. & Maruyama, S. (2022). Influence of COVID-19 the 10-year carbon footprint of the Nagoya University Hospital and medical research centre. *Globalization and Health*, 18 (92), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12992-022-00883-9>
15. Organización Mundial de la Salud. OMS: *Calidad del aire y salud*. [Internet]. [Consultado 20 Jun 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
16. Relación entre Calidad del Aire y la Incidencia de Enfermedades Respiratorias en el Municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander. *Revista Científica y Tecnológica: Ingeniería y Competitividad*, 23 (2), 1-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291368646003>
17. Rincón, J. (2021). Caracterización de la concentración de material particulado en el aire de Bogotá. *Repositorio Institucional UPTC*, 4, 1-17. Recuperado de: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4817/1/Caracterizacio%cc%81n_concentracio%cc%81n_material_particulado_aire_Bogota%cc%81.pdf
18. Roca, B., Beltrán, M. y Gómez, R. (2019). Cambio climático y salud. *Revista Clínica Española*, 219 (5), 260-265. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2019.01.004>
19. Rodríguez, J., García, C. y García, M. (2016). Environmental management in public hospitals: Environmental management in Colombia. *Rev. Fac. Med.*, 64 (4), 621-624. <http://dx.doi.org/10.15446/rev-facmed.v64n4.54772>
20. Servicio Meteorológico Nacional. (2022). *Boletín Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado de: https://www.smn.gov.ar/sites/default/files/Boletin%20Gases%20Efecto%20Invernadero%202022_0.pdf
21. Sivinian, J. y Rossetto, H. (2021). *Detector de Nivel de Aireación en Ambiente*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de: <https://www.frba.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2022/03/PF2021-Detector-de-Nivel-de-Aireacion-en-Ambiente.pdf>

- 22.** Smith, M. y de Titto, E. (2018). Hospitales sostenibles frente al cambio climático: huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires. *Rev. Argent Salud Pública*, 9 (36), 7-13. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rasp/v9n36/v9n36a02.pdf>
- 23.** Urtecheche, E., Fondoso-Ossola, S., Martini, I., Barbero, D. y Discoli, C. (2022). Metodología para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia del sector salud. *Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 11 (21), 141-153. <https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a12>
- 24.** Valls, J. (2017). Efectos de la calidad del aire sobre la salud. *Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 24(9), 511-514. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2017.03.004>
- 25.** Villamil, D. (2021). *Diagnóstico de Cambio Climático y comportamiento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Colombia*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/40172>
- 26.** Zolezzi, A. (2017). Salud y medio ambiente en el Perú actual. *Acta médica Peruana*, 34 (2), 79-81. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172859172017000200001&lng=es&tln-g=es.