

## Capítulo 2

---

### **Dióxido de carbono, indicador ambiental para la habitabilidad y salud en viviendas**

*Paula María Guevara Fierro<sup>1</sup>*

*Jose Luis Guevara Fierro*

<https://doi.org/10.61728/AE20254025>



---

<sup>1</sup> Docente del programa educativo de Ingeniería Ambiental. Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional de Los Mochis. paula.guevara@uadeo.mx. ORCID: 0009-0004-3213-9880

## Introducción

Habitar en armonía dentro de viviendas, es considerar los espacios como un requisito para satisfacer aspectos físicos y psicológicos fundamentales para este fin. Además, dichos espacios deben caracterizarse por: proporcionar seguridad, habitabilidad, salubridad, infraestructura básica y permitir el desarrollo de actividades diarias reflejadas en el estilo de vida de las personas que habitan dichos espacios (Organista, 2019).

Una vivienda puede concebirse como el espacio de las familias en el campo o en la ciudad; construida de distintas dimensiones, formas y materiales; ubicada cerca del centro de trabajo, de los equipamientos de salud, educación y recreación; edificada con esfuerzos propios; utilizada para habitar (CONEVAL, 2018). Que conlleve a una adaptación ambiental de la región en la que se encuentren.

El enfoque hacia un escenario sustentable de habitabilidad y vivienda se define como un factor de bajas emisiones de gases de efecto invernadero abordado desde la creación de hábitat que permita satisfacer las necesidades de la sociedad (Casals et al., 2013).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental establece: “ARTÍCULO 17 señala sobre el manejo ambiental, que tendrán por objeto la optimización de los recursos materiales que se emplean para el desarrollo de sus actividades, con el fin de reducir costos ambientales” (2025).

El Programa de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (ONU Hábitat) señala que la habitabilidad de espacios se relaciona con características y cualidades de un entorno social y ambiental, que contribuyen a mejorar la calidad de vida para todos, al proporcionar vivienda asequible y segura para un ambiente tranquilo y confortable (ONU Hábitat, 2021). En México, el 38.4 % habita en vivienda no adecuada; además, se enfrentan retos y acciones para situar a la vivienda en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030), considerando a sus

habitantes en primer plano (ONU Hábitat, 2020). Además, se establece que debe existir la relación en todas sus actividades, las cuales incluyen bienestar y estabilidad en espacios protegidos del ambiente, ya que es necesario tener una vivienda donde habitar (CONAVI, 2020).

La OMS define la calidad de vida como “la percepción que tiene un individuo de su posición en la vida en el contexto cultural y los sistemas de valores en el que vive y con respecto a sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones. Es un concepto de amplio alcance que está atravesado de forma compleja por la salud física de la persona, su estado fisiológico, el nivel de independencia, sus relaciones sociales y la relación que tiene con su entorno.” (OMS, 2020).

Los especialistas en salubridad consideran necesario que la vivienda se torne un escenario importante para la administración y prevención de riesgos (Miguel et al., 2022). Las condiciones de habitabilidad relacionadas con la afectación a la salud en el interior de los edificios referidos a deficiente calidad del aire interfieren en el bienestar de sus habitantes (Jaimes, 2021). A partir del año 2019, el enfoque de salud en la edificación de vivienda ha tomado una connotación de gran relevancia, donde la habitabilidad para espacios interiores ante la presencia de SARS COV2, causante de COVID-19, en viviendas de interés social, mostró factores ambientales y de salud que deben ser considerados en el interior del hábitat. Como parte de los impactos detonados por la pandemia denominada COVID-19, se observaron afectaciones a los habitantes de viviendas con características poco favorables de habitabilidad, que hoy permiten visualizar nuevas formas enfocadas en mejorar condiciones de bienestar físico y psicológico (Pedraza, 2022).

## **Implicación de dióxido de carbono en viviendas y salud**

La crisis ambiental a la que debe enfrentarse la población es la transformación de los sistemas de producción; se afirma que la habitabilidad es básica para la edificación, ya que se enfoca en satisfacer las necesidades ambientales y de salud del usuario en sus espacios (Casals et al. 2013). En relación con las infecciones propagadas en el ambiente dentro de las viviendas, esto se debe a la existencia de espacios con dimensiones

mínimas y cerrados, produciendo un alto índice de morbilidad, referida a la presentación de sintomatología asociada a diferentes enfermedades, y constituye una separación del bienestar fisiológico o psicológico.

En investigaciones para enfrentar afectaciones ambientales referentes a calidad del aire y salud, para ello Kim et al. (2020) diagnostica que los habitantes se ven afectados en su mayoría por las horas de exposición a concentraciones de partículas en suspensión ambiental PM2.5, las cuales permanecen en el aire por más tiempo. Otro factor fue el ozono; para ello se determinó que un requisito en beneficio de la población consistió en que, al aumentar la calidad del aire en interiores, se reduciría la morbilidad. Que es asociada por sus altos índices de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a presentar síntomas como dolor de cabeza, mareos, problemas respiratorios en el habitante (López et al., 2020).

La referencia del factor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en habitabilidad desde un enfoque ambiental considera lo siguiente:

Calidad del aire por distribución de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el interior de las viviendas Sus propiedades según ISO-16000, es un componente natural del aire atmosférico que generalmente se expresa en partes unitarias por millón (1 ppm como fracción de volumen es 1 μmol/mol) y reacciona en condiciones interiores a la atmosfera espacial contribuyendo a un proceso denominado “efecto invernadero”, el cual causa el calentamiento global, otro aspecto es debido a la cantidad de dióxido de carbono liberado por la actividad humana (ISO 16000-26, 2019).

Las condiciones de hábitat relacionadas con la afectación a la salud referidas a deficiente calidad del aire en el interior de los edificios interfieren en el bienestar de sus habitantes (Jaimes, 2021). Determinando que todo habitante tiene derecho a considerar un ambiente saludable para desarrollar actividades y vivir en armonía dentro de sus viviendas.

Con base en lo antes expuesto, el objetivo es conocer el efecto de factores ambientales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para la habitabilidad y salud en espacios interiores de viviendas de interés social, tipo dúplex, en un clima cálido seco. Debido a que los actores ambientales y la propagación de virus en las viviendas dúplex de interés social influyen en la habitabilidad ambiental, incrementan el gasto energético y económico, y afectan a la salud, por lo que se genera un déficit de calidad en el interior del edificio, así como carencia de factores habitacionales.

Para lograr el objetivo, se realizó un monitoreo en las viviendas, entre enero del 2022 y diciembre del 2022. En el análisis de los datos obtenidos se empleó estadísticos descriptivos y evaluación mediante un modelo lineal, para examinar la tendencia en respuesta al factor ambiental de CO<sub>2</sub>, sobre rangos basados en ISO7726, ISO16000 y OMS (ISO7726, 2001; ISO1600, 2019; OMS, 2021), para las mediciones enfocadas en cuatro periodos: cálido, frío y dos de transición, en su clima cálido seco, ubicadas en Infonavit Palos Verdes de Los Mochis, Sinaloa.

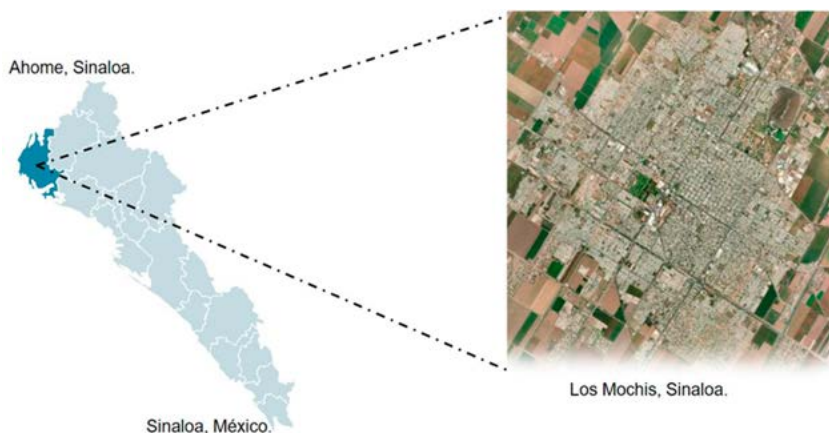
### **Metodología**

Los riesgos que los factores ambientales en relación a la salud por enfermedades, exposición a niveles de contaminación por CO<sub>2</sub>, donde los residentes se enfrentan dentro de sus espacios (CONAMA, 2018).

Para el desarrollo del estudio se determinó una tendencia al diseño cuasiexperimental debido a que dichos grupos ya están conformados (Hernández, 2014). El análisis se realizó mediante un monitoreo ambiental para la habitabilidad en viviendas; la medición fue simultánea en tiempo real utilizando instrumentos digitales con sensores infrarrojos, los cuales registraron datos para el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El estudio se realizó en Los Mochis Sinaloa, ciudad del noroeste de México, que se encuentra en una latitud 25°33'50" N y longitud 108°46'00" O, y con una altura sobre el nivel del mar de diez metros. El clima es de tipo seco cálido, con temperatura máxima anual de 48°C y mínima anual de 18°C (; IMPLAN 2015; CONAGUA 2022). El caso de estudio fue en el conjunto habitacional Infonavit Palos verdes en espacios interiores de viviendas tipo dúplex en dos niveles.

**Figura 1**  
*Localización del área de estudio*



Para la selección del sitio se consideró requerimientos y características como soporte que determinen el tipo de vivienda para el estudio basándose en lo siguiente:

- Viviendas de ingresos bajos, para el estado de Sinaloa se considera el salario mínimo \$248.93 diarios vigente a partir del 1 de enero del 2024, establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONSAMI, 2023).
- Vivienda en zona urbana.
- Vivienda seriada determinada como construcción masiva.
- Vivienda vertical.

Con los parámetros establecidos se determinaron los que tienen un mayor porcentaje de representatividad, localizadas en Infonavit Palos Verdes, ubicado en el noroeste de la zona urbana de Los Mochis, clasificado en zonificación secundaria (H-3) habitacional, densidad 300 H-Ha (IMPLAN, 2022).

Para la elección de las viviendas se consideraron los perfiles de los habitantes; fueron familias conformadas por madre con actividad en el hogar, padre dedicado a trabajo e hijos que asisten a la escuela, en un rango de 4 a 5 personas por vivienda. Además del cumplimiento de características en similitud de la composición arquitectónica de espa-

cios y materiales con la finalidad de obtener mediciones con la mínima variabilidad posible (Varela et al., 2018; García-Ballano et al., 2022).

Las características morfológicas de la vivienda que se consideraron para el estudio fueron referentes a materiales simples, fabricadas con muros de bloque de concreto pesado con acabado en aplanado de yeso, techo de concreto armado con varilla, acabado con textura rugosa, ventanas con marco de fierro y vidrio de 0.05 m, puertas de madera de 0.08 m. Con área de 54 m<sup>2</sup> construidos, se conforma de 3 recámaras, cocina, sala-comedor, baño y patio de servicio (Figura 2).

La selección del espacio interior de la vivienda se realizó mediante la herramienta metodológica de los criterios de Bentley (1999), como apoyo para diagnosticar la sala-comedor como el espacio más apto debido a la capacidad para desarrollar diversas actividades con mayor porcentaje de concentración de residentes.

**Figura 2**

*Viviendas tipo Dúplex 01 en primer nivel y dúplex en segundo nivel*



En referencia a datos climáticos de Los Mochis, Sinaloa, se formaron cuatro temporadas de estudio:

- 1) Período cálido (julio-agosto), debido a que se consideró la temperatura de bulbo seco máxima de  $<40^{\circ}\text{C}$ , se presentó constantemente durante los meses de julio y agosto.
- 2) Se determinó período frío por la temperatura de bulbo seco mínima de  $>10^{\circ}\text{C}$ , presentada en su mayor porcentaje en el mes de enero.

3 y 4) Períodos de Transición se obtuvieron en los meses de octubre noviembre y marzo-abril, debido a que se presentó similitud en temperatura de bulbo seco entre 20 °C y 24 °C. Por las condiciones anteriores el estudio se consideró para los cuatro períodos del año.

### **Instrumento de recolección de datos para el monitoreo**

Se desarrollaron monitoreos ambientales en áreas donde se realizan la mayoría de las actividades diurnas dentro de los espacios (Susymary y Perumalsamy, 2020; Gonzalo et al., 2022). Se consideraron factores de calidad ambiental en espacios interiores, a través de mediciones de CO<sub>2</sub>, las cuales generaron importantes resultados.

El equipo de medición digital se seleccionó con el propósito de reducir la actividad del habitante en la recolección, almacenamiento y transferencia de datos; además, se consideró no requerir capacitación de uso especializado para su colocación de acuerdo a ISO 16000, en la cual se establecen parámetros de control dentro del espacio (ISO 16000; Jaimes et al. 2021).

Los instrumentos se seleccionaron con sensores digitales de acuerdo con las ISO 7730, ISO 7726; se tuvo en cuenta la calidad y niveles de precisión para la confiabilidad de las mediciones, con el propósito de que sea mínimo el porcentaje de error. La selección fue de acuerdo al menor porcentaje de error, siendo  $\pm 3 \%$ , y con sensor infrarrojo (ISO 7726:2001). Las características del instrumento de medición se identifican por principios de absorción de luz infrarroja para detectar el gas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Tabla 1).

Además de contar con amplia capacidad para almacenamiento de datos tomados en tiempo real, los cuales se transfirieron a un equipo de cómputo (Figura 3), los dispositivos se colocaron en los espacios determinados para el monitoreo y registro de datos del estudio.



**Tabla 1.**  
*Características del instrumento de medición para el monitoreo*

| Medición                                                | Rangos                |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Rango de medición de dióxido de carbono CO <sub>2</sub> | 0-9999 ppm            |
| Resolución dióxido de carbono CO <sub>2</sub>           | 1ppm                  |
| Rango de medición de temperatura de bulbo seco          | -20 -60 °C            |
| Precisión de la medición de temperatura de bulbo seco   | ± 1 °C                |
| Resolución de temperatura de bulbo seco                 | 0.01 °C               |
| Rango de medición de humedad relativa                   | 0 ~ 99% RH            |
| Precisión de medición de humedad relativa               | ± 2% RH (20 ~ 80% RH) |
| Resolución de humedad relativa                          | 0.01% RH              |

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 3.**  
*Instrumento captador de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para el monitoreo*



*Fuente:* Álbum de imágenes propias.

Para la interpretación de las mediciones de la variable ambiental en el interior de las viviendas se tomaron en cuenta normas y parámetros de confort ambiental y salud al interior de los espacios, basado en rangos de bienestar humano, mediante una ponderación de relación de datos (Tabla 2).

**Tabla 2.***Parámetros de CO<sub>2</sub>, para el bienestar humano en espacios interiores*

| Variable                 | Muy insalubre | Insalubre | Moderado    | Aceptable  | Bienestar | Referencia |
|--------------------------|---------------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|
| Dióxido de carbono (ppm) | > 2500        | > 1000    | 600<br>1000 | 400<br>600 | < 400     | ISO 16000  |

*Fuente:* Elaboración propia.

Para la recolección de datos, apoyado en estudios realizados por Del Campo et al. (2020), enfocados al monitoreo, permitió considerar los factores de estudio basado en actividades del habitante y condiciones climáticas para determinar los horarios de muestreo de 9:00 a 17:00 horas, tiempo para colocar el instrumento en el espacio interior de la vivienda y también se capacitó a dos amas de casa que apoyaron el proceso.

Para realizar monitoreo se analizó la ISO 16000-26, lo cual permitió determinar la ubicación de los instrumentos colocados en la altura de 0.60 m, de manera que se colocaron en muebles del interior de la casa, tales como mesas de esquina o estantes para televisión (Canul, 2018; ISO 16000, 2019). Se tomaron los datos en tiempo real al interior de dos viviendas tipo dúplex vertical para el primer nivel y el segundo nivel, en la etapa de enero a diciembre del 2022, contemplando cuatro períodos temporales, en los que se generó un total de 6997 datos, para cuantificar la habitabilidad ambiental de las edificaciones. Los valores del monitoreo considerado, el CO<sub>2</sub>, en los diferentes periodos; el análisis se realizó con estadísticos descriptivos y evaluación mediante un modelo general lineal, para examinar la tenencia de respuesta del factor ambiental, lo cual permitió cuantificar la habitabilidad ambiental en el interior de los dos tipos de casa habitación, sobre rangos basados en normativas ISO.

## Resultados

En la interpretación de los datos monitoreados durante los cuatro periodos establecidos, la comparación se desarrolló mediante estadísticos descriptivos y modelo lineal para indagar la tendencia del factor ambiental. El análisis se realizó entre el tipo de vivienda y la variable ambiental regis-

trada en el interior de la vivienda, lo cual permitió analizar la variable para explicar la variabilidad dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en las viviendas, donde su influencia es de importancia para la calidad ambiental en espacios interiores y en relación a la salud.

La comparación entre los dos tipos de viviendas es una suma de rangos en relación a la variable ambiental de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); los valores más altos corresponden a Dúplex 01; en caso contrario, la casa Dúplex 02 en sus datos se encontró el menor rango de valores (Tabla 3). Lo anterior indica que la vivienda con mayor valor en su rango contiene mayor cantidad de dióxido de carbono.

**Tabla 3.**  
*Suma de rangos para los dos tipos de vivienda en relación a  $\text{CO}_2$*

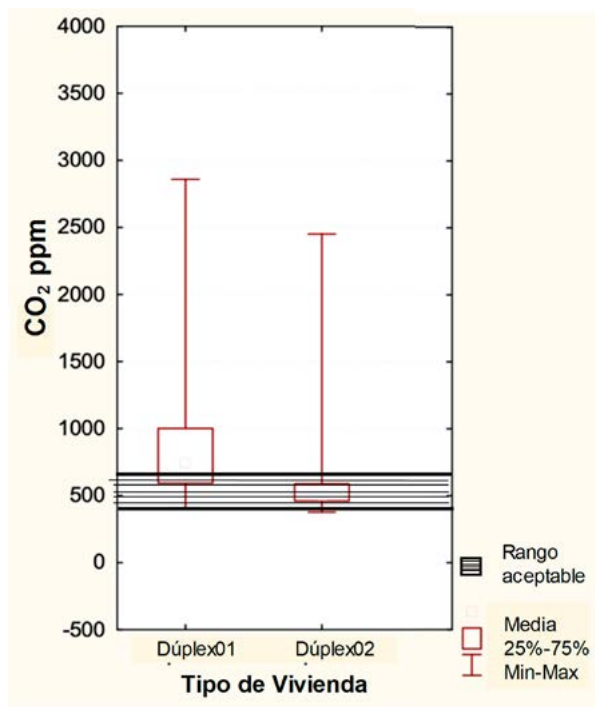
|          | Código | Valid - N | Suma de Rangos |
|----------|--------|-----------|----------------|
| Duplex01 | 101    | 4439      | 99917890       |
| Duplex02 | 102    | 4367      | 65073423       |

*Nota:* Análisis de  $\text{CO}_2$ , suma de rangos por tipo de casa prueba de Kruskal-Wallis, Anova.

El comportamiento de los datos del monitoreo presentó diferentes parámetros en las viviendas analizadas, para la casa tipo Duplex01 los valores de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), se encuentran en 850 ppm, por encima del rango establecido por OMS y recomendaciones de la norma ISO. Mientras en la vivienda tipo Dúplex02, presentó un menor registro de valores los cuales se encuentran dentro del rango de 500 a 600 ppm, admisible basado en normativa ISO-16000, donde establece que los parámetros de 400 ppm -600 ppm, se encuentran dentro de una categoría aceptable para el bienestar humano (ISO 16000, 2019).

**Figura 4.**

Correlación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y tipo de viviendas, analizadas en Los Mochis Sinaloa



## Discusión

Como resultado, el comportamiento general de dióxido de carbono debe ser considerado como parte de la habitabilidad debido a que sus niveles tienen un constante intercambio en el ambiente de acuerdo a diversas actividades dentro de los espacios de las edificaciones (ISO16000).

En el comportamiento del monitoreo en la suma de rangos, los datos de la vivienda Dúplex01 presenta problemas, ya que sus valores muestran una mayor cantidad de  $\text{CO}_2$ ; en caso contrario, la vivienda Dúplex02 tiene un menor registro. Esto se podría explicar que, debido al tipo de vivienda con mayor valor en sus rangos, el aumento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en espacios interiores, un porcentaje es producido por la actividad de cocinar (combustión). Otro aspecto es cuando se realizan

reuniones aumentando el número de personas dentro del espacio interior, lo cual genera altas concentraciones producidas y liberadas dentro de un ambiente (Regueiro, 2022).

Para la comparación del dióxido de carbono entre los dos tipos de viviendas, sus diferencias radican en la actividad del residente, por cada período para el estudio. En la relación se aprecia que varias zonas están por encima de los 600 ppm, lo cual indica una baja calidad del aire. En la distribución de datos donde presentaron valores máximos por arriba de 600 ppm-1000 ppm, señala un alto grado de contaminación, por encima de los aceptables, lo cual indica consecuencias negativas en la salud de los ocupantes, como la generación de alergias, el asma y la transmisión de virus. Este comportamiento coincidió con lo mencionado por Lu et al. (2022).

El patrón de registros de dióxido de carbono de acuerdo al tipo de vivienda se podría explicar debido a que las casas-habitación tienen un comportamiento diferente por sus diversas actividades y concentración de los habitantes al interior de sus espacios, donde aumentan los niveles de concentración de CO<sub>2</sub>. Este comportamiento coincidió con lo mencionado por Regueiro (2022). Otro factor es la disminución de la cantidad de ventilación por mantener ventanas y puertas cerradas, conforme a lo mencionado por Fabbri y Tronchin (2015), ISO 16000 (2019).

## Conclusión

La influencia de carbono (CO<sub>2</sub>), es un parámetro de importancia para la habitabilidad y calidad ambiental del interior de los espacios tanto epidemiológico como de sensación con estrecha relación a la salud, según especificaciones de Pei et al. (2022).

La evaluación de factores de habitabilidad y su relación con bienestar dentro de las viviendas tipo dúplex, están fuera del rango óptimo, superior a 600 ppm parámetros de confort considerados por la OMS. Por lo tanto, las condiciones déficit de salud que se presentan en espacios interiores de las residencias están directamente vinculados con sus factores ambientales, entre ellos el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y número de residentes relacionados con el porcentaje de transmisión del virus y la cantidad de personas contagiadas, asociado con afectaciones. Esto

permite considerar los efectos de factores ambientales monitoreados al interior de dichos edificios sobre las condiciones de habitabilidad y morbilidad, elementos y requisitos integrados a las condiciones de diseño y normativa para la construcción.

La salud y el bienestar de un individuo o sociedad dependen, a su vez, de la medida en que su medioambiente satisface sus necesidades.

Los factores ambientales para la habitabilidad deben valorarse como elementos para mejorar la calidad de espacios interiores y mejorar la salud preventiva, por lo que se proporcionan criterios específicos para establecer el diseño y normativas de construcción para viviendas. Los resultados se presentan como una propuesta más al servicio de la investigación para proponer soluciones a problemas ambientales desde la óptica del hábitat y la salud.

## Bibliografía

- Bentley, I. (1999). *Entornos vitales: hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano, manual práctico*. Gustavo Gili Diseño.
- Casals-Tres, M., Joaquim, A.-A. y, Cuchí Burgos, A. (2013). Aproximación a una habitabilidad articulada desde la sostenibilidad: Raíces teóricas y caminos por andar. *Revista INVI*, 28(77), 193–226.
- Camara de diputados H. Congreso de la Unión (2025). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental ARTÍCULO 17. [http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/008\\_comisiones-lx/001\\_ordinarias/025\\_medio\\_ambiente/011\\_sist\\_de\\_manejo\\_ambiental](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/008_comisiones-lx/001_ordinarias/025_medio_ambiente/011_sist_de_manejo_ambiental)
- Canul E.L.(2018). *Método para determinar el rango de confort térmico estándar en espacios interiores para climas de México*. Tesis doctoral en arquitectura Universidad de Colima.
- CONAVI. (2020). *Criterios Técnicos para una Vivienda Adecuada, Comisión Nacional de Vivienda*. Comisión Nacional de Vivienda. <https://www.gob.mx/conavi/documentos/criterios-tecnicos-para-una-vivienda-adecuada-conavi>
- CONAMA. (2018). Habitabilidad y salud. Congreso Nacional del Medio Ambiente, Rumbo 20.30 Fundación Conama. <https://www.ccoo.es/057b55d048a9b955e5d3be5b3ecb3b7f000001.pdf>

- CONEVAL (2018). *Estudio diagnóstico del derecho a la vivienda digna y decorosa*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. [www.coneval.org.mx](http://www.coneval.org.mx)
- CONSAMI. (2023). *Diario Oficial de la Federación los salarios mínimos vigentes 2022*. Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. <https://www.gob.mx/conasami/articulos/se-publican-en-el-diario-oficial-de-la-federacion-los-salarios-minimos-vigentes-a-partir-del-1-de-enero-de-2022?idiom=es>
- Del Campo, Saray, F. J. M., Anguiano, R. V., Morales, G. B. & Gómez, C. G. (2020). Desarrollo de índice de habitabilidad térmica en periodo frío para espacios públicos exteriores. *Rev. de Ciencias Tecnológicas*, 3(3), 145–172.
- García-Ballano Javier, C., Ruiz-Varona, A., Monné Bailo, C., & Cabello Matud, C. (2022). Monitoring of housing blocks in Zaragoza (Spain) to validate the energy savings calculation method for the renovation of ZEB dwellings. *Energy and Buildings*, 256, 111737. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111737>
- Gonzalo, F. del A., Griffin, M., Laskosky, J., Yost, P., & González-Lezcano, R. A. (2022). Assessment of indoor air quality in residential buildings of New England through actual data. *Sustainability*, 14(2), 739.
- IMPLAN. (2015). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Ahome. IMPLAN. <https://www.implanahome.gob.mx/DocumentoTecnico.html>
- ISO 16000-26. (2019). International Organization for Standardization. Indoor air- Sampling strategy for carbon dioxide (CO<sub>2</sub>).
- ISO 7726. (2001). Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities. Bs En Iso 7726:2001, 1, 1–62.
- ISO 7730. (2006). Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
- Jaimes Torres, M., Aguilera Portillo, M., Cuerdo-Vilches, T., Oteiza, I., & Navas-Martín, M. Á. (2021). Habitability, resilience, and satisfaction in Mexican homes to COVID-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6993. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136993>

- Kim, S. E., Xie, Y., Dai, H., Fujimori, S., Hijioka, Y., Honda, Y. & Kim, H. (2020). Air quality co-benefits from climate mitigation for human health in South Korea. *Environment international*, 136, 105507.
- López Bueno Rúben, Calatayud Joaquín. Casaña J., Casajus J., Smith L. Tullym. & López Sanchez G. (2020). COVID-19 Confinement and Health Risk Behaviors in Spain Front. *Psychol.* 11:14-26. doi: 10.3389/fpsyg.2020.01426
- Lu, Y., Niu, D., Zhang, S., Chang, H., & Lin, Z. (2022). Ventilation indices for evaluation of airborne infection risk control performance of air distribution. *Building and Environment*, 222, 109440. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109440>
- Miguel Velasco, Andrés Enrique, Ruffo Cain López Hernández & Andrés Miguel Cruz. (2022). “Vivienda Saludable y Estado de Salud En Las Ciudades. El Caso de Oaxaca, México.” *Rev. Región y Sociedad* 34:e1514. doi: 10.22198/rys2022/34/1514.
- ONU Hábitat (2020). *El Plan Estratégico 2020-2023 reafirma a la ONU-Hábitat como entidad global y centro de excelencia e innovación*. ONU Habitat.
- ONU Hábitat (2020). *El Plan Estratégico 2020-2023 reafirma a la ONU-Hábitat como entidad global y centro de excelencia e innovación*. ONU Hábitat.
- ONU Hábitat (2021). *La Nueva Agenda Urbana en español*. ONU Hábitat. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- Organista, C. M. (2019). *Habitabilidad de los conjuntos habitacionales de interés social y su relación con la ciudad*. Repositorio Nacional CONACYT.
- Pedraza Gómez, L. F. (2022). *Condiciones de habitabilidad en las viviendas populares y sus impactos en la salud biopsicosocial de los habitantes de la colonia Casa Blanca, Xalapa, Veracruz* (Tesis de maestría, Universidad Veracruzana) Repositorio Institucional UV <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/52603>
- Pei Jingiing, Qu Meinan, Wang Yihuui (2022). *The relationship between indoor air quality (IAQ) and perceived air quality are review and case analysis of Chinese residential* <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.09.005>



- Regueiro, T. N. D. (2022). *Calidad del aire interior en viviendas: determinación de las necesidades de ventilación por concentración de CO<sub>2</sub>*.
- Susymary, J., & Perumalsamy, D. (2020). Innovative Methods of Air Pollution Exposure Assessment for Environmental Safety. *Procedia Computer Science*, 171, 689–698.
- Varela, S., Viñas, C., Rodríguez, A., & Aguilera, P. (2018). Análisis del comportamiento térmico del Sistema SATE: Edificio rehabilitado en Madrid= Analysis of the thermal behaviour of the ETICS system: Rehabilitated building in Madrid. *Anales de Edificación*, 4(4), 35–41. <https://doi.org/10.20868/ade.2018.3851>

