

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,  
Volumen 9, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2)

# **FACTORES DE HABITABILIDAD Y SALUD, MONITOREADOS EN VIVIENDA VERTICAL DE CLIMA CÁLIDO SECO**

**HABITABILITY AND HEALTH FACTORS, MONITORED IN VERTICAL  
HOUSING IN A HOT DRY CLIMATE**

**Paula Marí Guevara Fierro**  
Universidad Autónoma de Occidente

**Gonzalo Bojórquez Morales**  
Universidad Autónoma de Baja California

**María del Carmen Martínez Valenzuela**  
Universidad Autónoma de Occidente México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i2.16820](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16820)

## Factores de habitabilidad y salud, monitoreados en vivienda vertical de clima cálido seco

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

[paula.guevara@uadeo.mx](mailto:paula.guevara@uadeo.mx)

<https://orcid.org/0009-0004-3213-9880>

Universidad Autónoma de Occidente  
México

**Gonzalo Bojórquez Morales**

[gonzalobojorquez@uabc.edu.mx](mailto:gonzalobojorquez@uabc.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-9303-9278>

Universidad Autónoma de Baja California  
México

**María del Carmen Martínez Valenzuela**

[camava@gmail.com](mailto:camava@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1784-9986>

Universidad Autónoma de Occidente México

### RESUMEN

El estudio de factores de habitabilidad para viviendas verticales y propagación de virus, permite establecer lineamientos de diseño para bienestar ambiental en los espacios interiores para habitantes de zonas urbanas. Es significativo tener herramientas para realizar diagnósticos en viviendas, donde intervienen posibles implicaciones de salud en los hogares. El análisis presenta una comparación entre seis viviendas de tipo vertical en factores de habitabilidad: temperatura, humedad y medición de niveles de CO<sub>2</sub>, en relación a calidad del aire interior vinculado a la salud, realizado en Los Mochis, Sinaloa, con clima cálido seco. El objeto de estudio son los diferentes pisos de las edificaciones verticales, su evaluación se llevó a cabo, a través del monitoreo ambiental en tiempo real, durante cuatro periodos frío, cálido y dos de transición, en los cuales se registró temperatura de bulbo seco, humedad relativa y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Se estimó el análisis por medio de un modelo generalizado lineal, para determinar la relación entre los tipos de viviendas y cada factor ambiental. La evaluación presentó diferencias significativas, para establecer rangos de adecuación en efectos de habitabilidad y salud del habitante.

**Palabras clave:** habitabilidad, salud ambiental, vivienda, monitoreo

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [paula.guevara@uadeo.mx](mailto:paula.guevara@uadeo.mx)

## Habitability and health factors, monitored in vertical housing in a hot dry climate

### ABSTRACT

The study of habitability factors for vertical dwellings and virus propagation allows establishing design guidelines for environmental well-being in interior spaces for urban area inhabitants. It is significant to have tools to perform diagnoses in homes, where possible health implications in homes/dwellings are involved. The analysis presents a comparison between six vertical dwellings in habitability factors: temperature, humidity and measurement of CO<sub>2</sub> levels, in relation to indoor air quality linked to the spread of viruses, carried out in Los Mochis, Sinaloa, with a dry warm climate. The object of study is the different floors of vertical buildings, their evaluation was carried out, through real-time environmental monitoring, during four seasons cold, warm and two transition periods, in which dry bulb temperature, relative humidity and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) were recorded. The analysis was estimated by means of a generalized linear model, to determine the relationship between the types of dwellings and each environmental factor. The evaluation presented significant differences, to establish ranges of adequacy in effects of habitability and health of the inhabitant.

**Keywords:** habitability, environmental health, housing, monitoring

*Artículo recibido 10 febrero 2025*

*Aceptado para publicación: 15 marzo 2025*



## INTRODUCCIÓN

Es relevante el vínculo que se establece entre el habitante con el grado de habitabilidad determinada por el ambiente, actividades y condiciones de salud dentro de las edificaciones, para crear viviendas con parámetros deseables y asequibles (Mujeebu, 2019; ONU HABITAT, 2021).

Los efectos de altas temperaturas, factores ambientales y propagación de virus en las viviendas verticales, de interés social influyen en la habitabilidad ambiental y afecta a la salud, su escasa consideración genera un déficit de calidad habitacional en el interior del edificio, así como carencia de factores habitacionales. En el uso de las casas la cantidad de horas dentro de las edificaciones, va en aumento con tendencia en compartir espacios por mayor tiempo mediante diversas actividades como: trabajar, comer, dormir y convivir con la familia (Millán-Jiménez et al., 2021). Se han creado cambios en los espacios y en los habitantes presentando efectos sobre el confort, salud física en la propagación de virus (López-Bueno et al., 2020).

En las últimas décadas la producción de viviendas no cumple con factores de habitabilidad ambientales (temperatura, humedad y CO<sub>2</sub>), además de crear espacios reducidos que favorecen la acumulación mayores concentraciones de CO<sub>2</sub>, lo cual significa que no se toman en consideración estos factores al edificar (De Hoyos et al., 2020). Por lo tanto, existe deficiencia en el manejo de parámetros en bienestar y calidad de vida para el habitante (López de Asiain et al., 2015).

El déficit de factores de habitabilidad genera pérdida de calidad espacial para los habitantes, de edificaciones verticales con espacios reducidos, aumento de gasto energético, deterioro social e incremento de costo (Organista, 2019; Peña et al., 2017). Así como afectación a la salud, evidenciado con mayor énfasis en post COVID, información establecida por Hábitat para la Humanidad (ONU HABITAT, 2020).

Considerar factores habitables en espacios interiores con enfoque ambiental permiten tener referencias para establecer, parámetros de calidad que cumplan necesidades de confort térmico, calidad del aire y salud del habitante, no solo influye en la disminución de la problemática ambiental, sino en soluciones de mejora espacial sustentable (Arjona et al., 2017; G. Hernández, 2014; Organization, 2018; Varela et al., 2018)



Por lo anterior la consideración de normas como las de American Society of Heating, Refrigerating, Air conditioning Engineers (ASHRAE) y La International Standardization Organization y la norma ISO 16000-26, consideran factores importantes en la toma de decisiones en materia de construcción (ASHRAE, 2019; ISO 16000-26, 2019).

Las edificaciones, se adaptan al crecimiento urbano, por lo que la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) en México, implementa estrategias de control de expansión ante el desafío de garantizar vivienda adecuada y sustentable (CONAVI, 2019). Apoyado mediante el Programas Nacionales Estratégicos se realizan propuestas que generen un modelo de ciudades compactas y competitivas, con una adecuación en estructuras verticales en la ciudad (PRONACE, 2023).

Sin embargo, las actividades del habitante dentro de los espacios pueden ocasionar impactos de salud, para lo cual un instrumento que ayude a evaluar constantemente el grado de afectación podría permitir el monitoreo ambiental y dar seguimiento a los sucesos ocasionados por diversas actividades, que permitan identificar algunos cambios (Hernández et al. , 2019) Por lo tanto el monitoreo posibilita una evaluación constante para determinar solución y tomar acciones correctivas y promover agendas de investigación que contribuya a ofertar propuestas de adecuación ambiental (PRONACE, 2023).

El ambiente térmico, una condición que se percibe por el habitante, está conformada por elementos: meteorológico, fisiológico y del espacio construido o natural (Del Campo et al., 2020). La temperatura, humedad, viento y radiación solar, contribuyen en sensaciones térmicas del humano en los espacios (Bojórquez, 2010).

Se solucionan espacios para la protección del entorno inmediato, sin embargo, la falta de condiciones óptimas de habitar en espacios interiores produce problemas a la salud humana, afectando la tasa de transmisión de enfermedades y propagación infecciosa a escala mayor (Pisano, 2020; Pistochini et al., 2022). La vivienda, durante el año de 2020, fue impactada, al surgir funciones nuevas dentro de la misma y como consecuencia reordenar el uso, ocupación y distribución de los espacios, a lo antes mencionado también fue detonante la condición económica, reduciéndose a la limitación de adquisición y permanencia habitacional (Pedraza Gómez, 2022). El confinamiento en viviendas generó en sus habitantes dificultades en la salud, originado por la las dimensiones físicas, hacinamiento y mayor transmisión del virus (Millán et al., 2021; Ochoa, 2021; Restrepo et al., 2021; Pedraza Gómez, 2022).



Así mismo la calidad de aire es afectada con presencia de CO<sub>2</sub>, determinado como aire viciado con transmisión aérea mediante la exposición por inhalación (Jia et al., 2022). Los contaminantes que se producen de forma habitual en las habitaciones se mezclan y se propagan patógenos infecciosos con el riesgo de infectarse y debido a las condiciones espaciales existe un alto índice de morbilidad, referida a la presentación de sintomatología asociada a diferentes enfermedades constituyendo una separación del bienestar fisiológico o psicológico (Huang et al., 2022). 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).

El contexto para la vivienda de monitoreo se realiza en una región de clima cálido seco, en la zona urbana de Los Mochis, Sinaloa, donde se presentan temperaturas extremas y su crecimiento poblacional es rápido, por ello existe edificación de vivienda vertical de interés social, la cual se encuentra en abandono (IMPLAN, 2015).

El monitoreo ambiental se apoya en normatividad que permite establecer estrategias: la afectación por origen humano (CO<sub>2</sub>), especificadas en ISO 16000-26 para intercambio de aire en habitación ocupada en espacios interiores, ventilación e intercambio de aire de tipo natural y mecánico (ISO 16000-26, 2019). Especificaciones y condiciones de ambiente térmico dentro de espacios y su aceptación establecidas en ANSI-ASHRAE, establece; factores a considerar: temperatura, humedad, velocidad del aire, así como elementos de actividad humana y vestimenta. Así como condiciones aceptables para la salud humana en espacios interiores ocupados (ASHRAE, 2019). La sensación térmica de acuerdo a norma internacional ISO-7730, establece métodos y condiciones que evalúan situaciones con falta de confort ambiental, causadas durante un período de calor o frío (ISO 7730, 2006).

El interés de realizar investigaciones que documenten, el efecto de factores ambientales de habitabilidad en espacio interior de viviendas, tiene el propósito de evaluar condiciones de factores ambientales como temperatura, humedad y CO<sub>2</sub> en la habitabilidad y salud, a nivel de espacio interior en viviendas verticales, ubicada en Los Mochis Sinaloa durante periodos frío, cálido y de transición.



## **METODOLOGÍA**

El proceso para el estudio de habitabilidad se determinó en: diseño de la investigación, área de estudio, características de viviendas, variables ambientales de monitoreo, tratamiento de datos y análisis de correlación(Bojórquez, 2010).

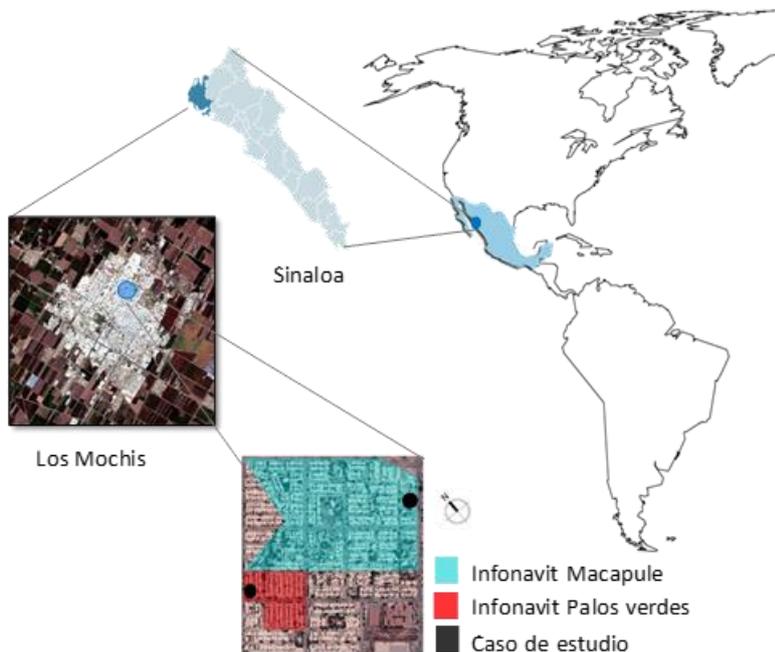
El estudio evaluó la habitabilidad para viviendas verticales, en diferentes niveles, se tomaron en cuenta factores climáticos y ambiental. El análisis consideró para la investigación condiciones ambientales, tipo de hábitat, lugar de recepción de información, un grupo de estudio ya conformado y se analizó mediante aplicación de instrumentos de medición, el enfoque de la investigación fue cuasiexperimental (Sampieri, 2018). La dimensión fue tipo transversal debido a que se realizó en periodos cálido, frío y de transición, en espacios interiores para la habitabilidad ambiental en viviendas de interés social vertical.

La investigación se realizó en Los Mochis, Sinaloa, al noroeste del Estado, situada a una Latitud 25°33'50" N y longitud 108°46'00" O, con una altura de 10 msm., se tienen registro de temperaturas máxima anual es de 48°C y mínima anual de 18°C (CONAGUA, 2022; IMPLAN, 2015). Cuenta con 298,009 habitantes de acuerdo al censo 2020 (INEGI, 2022).

Las viviendas evaluadas se ubicaron en el parque habitacional Infonavit Palos verdes y Macapule (Figura 1), edificios construidos en 1972 que pertenecen a un grupo de 822 viviendas para trabajadores (INFONAVIT, 2022). Cuenta con infraestructura de escuelas, servicios médicos, comercio, área de religión, áreas verdes y parques, clasificada en zonificación secundaria (H-3) habitacional, densidad 300 H-Ha (IMPLAN, 2015).



**Figura 1.** Localización de vivienda de estudio en Los Mochis, Sinaloa.



Fuente : Adaptación basada en Google mapas

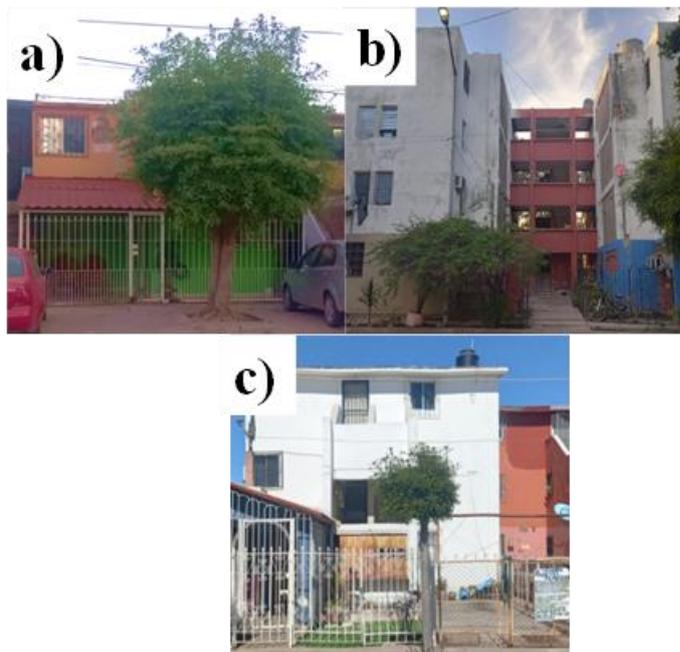
### **Características de la vivienda**

Para las viviendas de estudio se consideraron características similares en cuanto a contexto, espacios de transición, superficie, uso de la vivienda, así como ubicación de nivel de tal manera que garantizaran condiciones similares de habitabilidad (Javier García-Ballano et al., 2022). El análisis se centra en seis viviendas verticales; un edificio tiene cuatro plantas con cuatro viviendas por planta, para un total de 16 viviendas, de las cuales se estudian tres; el edificio de tres plantas tiene una por nivel, en total de tres viviendas, de este se analiza una y el edificio de dos plantas, tiene una por nivel y se estudian las dos, todas las edificaciones tienen acceso por escalera y son de uso residencial.

Sus características morfológicas se definen por materiales simples, fabricadas con muros de bloque de concreto pesado con acabado 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 0.08 m. La vivienda vertical es de dos pisos de 55 m<sup>2</sup> construidos, se conforma de: 3 recamaras, cocina, sala-comedor, baño y patio de servicio (Figura 2a). Las viviendas verticales de tres y cuatro niveles, de 41 m<sup>2</sup> construidos, conformada por: 2 recamaras, área de usos múltiples, cocina, sala-comedor, baño y patio de servicio (Figura 2b y 2c).

La elección de las viviendas se basó en un mismo perfil del habitante, además del cumplimiento de características en similitud, con la finalidad de obtener mediciones con la mínima variabilidad posibles (Javier García-Ballano et al., 2022; Varela et al., 2018). En el interior de cada vivienda de estudio, la ubicación de la sala es el área para llevar a cabo el monitoreo, toma de decisión determinada por el método de evaluación de Bentley (Bentley et al., 1999; ISO 16000-26, 2019).

**Figura 2** Viviendas de estudio a) viviendas dúplex V01 Y V02, b) viviendas verticales de cuatro niveles VC01, VC03y VC04, c) viviendas verticales de tres niveles VC02.



Las variables ambientales de monitoreo se basan en condiciones de habitabilidad que presentan los espacios interiores de las viviendas (García Gomez et al., 2011). La investigación realizó monitoreos ambientales, en áreas donde se realizan la mayoría de actividades diurnas (Gonzalo et al., 2022; Susymary & Perumalsamy, 2020). Se considero factores de calidad ambiental en espacios interiores, a través de mediciones de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los cuales generan importantes resultados y por consecuencia decisiones sobre el comportamiento de los espacios (Fabbri & Tronchin, 2015). Además, se relacionó con Normas ISO 1600 (ISO 16000-26, 2019), ISO-7726 (ISO 7726, 2001) y ANSI-ASHRAE (ASHRAE, 2019).

El equipo de medición fue digital seleccionado para minimizar la interacción con el habitante, para que la recolección, almacenamiento y transferencia de datos, fueran sencillos, sin requerir capacitación de uso especializado, para usar el menor tiempo posible en la colocación de los instrumentos dentro de las

viviendas (ISO 7730, 2006; Jaimes Torres et al., 2021). Los instrumentos antes mencionados se utilizaron en condiciones de trabajo y descanso, para registro de datos del estudio, por el efecto de variación se consideró características de medición (tabla 1).

**Tabla 1.** Características del instrumento de medición

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

Fuente: Creación propia

### Tratamiento de datos

En el período climático para el monitoreo, se usó la escala climática Köppen, modificado el sistema por García, por medio de la cual se determinó el área de estudio en zona cálido seco (García, 2004). Se consideraron temperaturas medias y un índice de temporalidad basado en equinoccios y solsticios, que establecieron los periodos de monitoreo del año 2022, identificados por cuatro periodos: frío, cálido y dos de transición.

Para la recopilación de datos de cada temporalidad se monitoreó en días simultáneos, en periodo frío, 4 - 18 enero; transición (1) 7 -22 marzo; periodo cálido, 25 julio- 29 agosto; transición (2) 7-30 noviembre, durante esos periodos se observó la dinámica familiar, en un horario de 9:00 a 17:00 horas. Los datos se registraron cada diez minutos durante los cuatro periodos temporales del año. Los instrumentos se colocaron en la sala de la vivienda, con separación del muro a 0.20 m. y una altura de 0.60-100 m. (Bentley et al., 1999; ISO 16000-26, 2019).

De acuerdo con las condiciones basadas en normas y determinaciones de ONU, los parámetros de confort ambiental y salud al interior de los espacios para un bienestar habitable: temperatura un rango de 22 °C -26 °C, en humedad relativa el rango de confort humano, se establece de 40 % – 50 % y para condiciones saludables de CO<sub>2</sub>, su rango se estima de 0 ppm -600 ppm (Tabla 2).

**Tabla 2.** Parámetros de confort y bienestar humano par espacios interiores

Variable	Muy insalubre	Insalubre	Moderado	Aceptabl e	Bienestar	Referencia
Dióxido de carbono (ppm)	>2500	>1000	600 1000	400 600	<400	ISO 16000
Temperatura BS (°C)	<13 y >32	13-16 30-32	16- 19 28-30	19- 22 26-28	22-26	ANSI/ASH RAE Standard 55 2017
Humedad relativa (%)	<15 y >80	15-20 64-80	20-35 60-65	35-40 50-60	40-50	OMS (2015) ANSI/ASH RAE -2017

Fuente: creación propia

Se estructuran resultados en las variables ambientales de: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), temperatura de bulbo seco, humedad relativa, índice temporalidad y hora, para el estudio de habitabilidad y morbilidad, en seis espacios interiores de los diferentes tipos de vivienda, para el seguimiento de monitoreo, durante cuatro periodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Relación entre temperatura, la humedad, el CO<sub>2</sub> y el índice de temporalidad.

La influencia de temperatura de bulbo seco (T) y humedad relativa (HR) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), son parámetros de importancia para la calidad ambiental del interior de los espacios tanto epidemiológico como de sensación con estrecha relación a la salud (Pei et al., 2022).



Se encontró una correlación lineal significativa ( $p < 0.05$ ) entre la temperatura, la humedad, el índice de temporalidad (IT) y el CO<sub>2</sub>, donde la temperatura y la humedad presentaron una relación positiva con el índice de temporalidad, mientras que el CO<sub>2</sub> presentó una relación negativa con el índice de temporalidad (Tabla 3). Esto significa que mientras que la temperatura y la humedad tienden a aumentar hacia el periodo cálido y disminuir hacia el periodo frío, el CO<sub>2</sub> presenta un patrón inverso, aumentando hacia el periodo frío y disminuyendo hacia el periodo cálido. Esto se podría explicar debido a que los habitantes tratan de mantener sus espacios cerrados para impedir que entren ambiente frío, lo cual implica que se concentre el CO<sub>2</sub>.

**Tabla 3.** Correlación de Spearman en orden de rango, por pares, son significantes con  $p < 0.05000$

	IT	Hora	CO <sub>2</sub>	Temperatura	Humedad
IT	1.00	0.07	-0.18	0.67	0.16
Hora		1.00	-0.12	0.16	-0.22
CO <sub>2</sub>			1.00	-0.09	0.16
Temperatura				1.00	0.32
Humedad					1.00

Nota: Correlación de Spearman en orden de rango eliminado por pares son significantes con  $p < 0.05000$

Aun cuando los valores mayores en el análisis de correlación están encima de las condiciones óptimas, las viviendas presentaron rangos con variación significativa de grado bajo (0.329, correlación Spearman).

### Comparación entre los tipos de vivienda

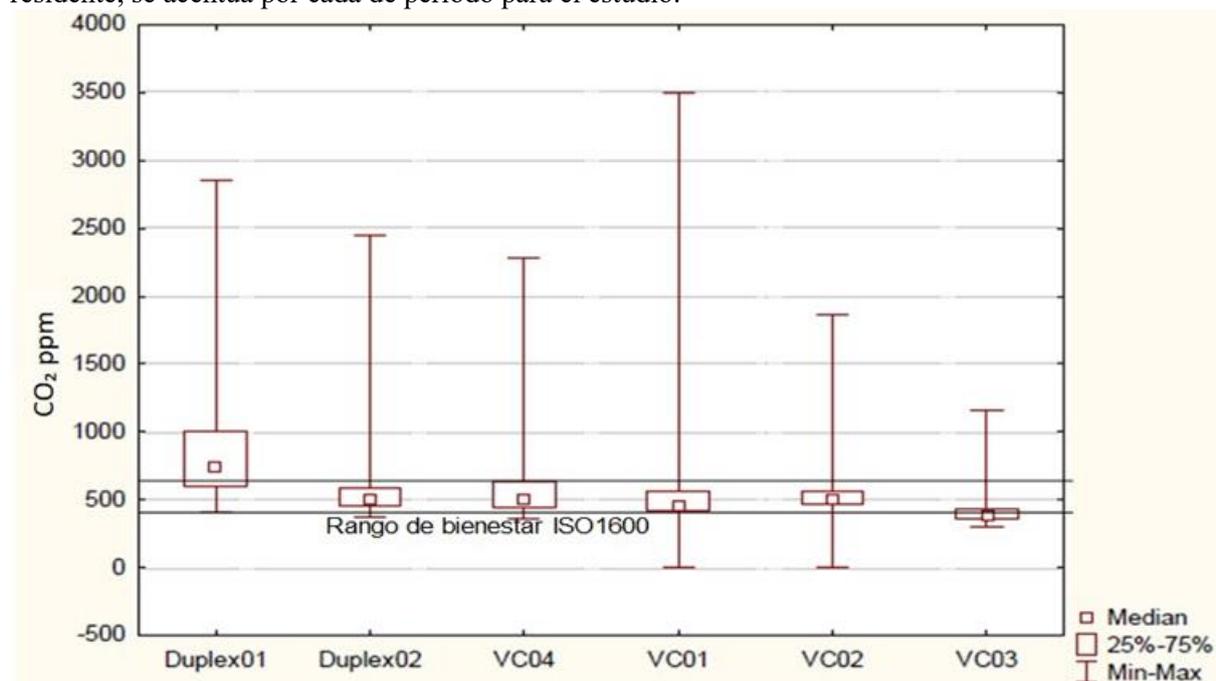
#### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y tipo de vivienda

Con relación al CO<sub>2</sub>, se observa que se formaron cuatro grupos de acuerdo al tipo de vivienda, uno conformado por el tipo de casa VC01 con los valores más altos, después el grupo formado por Dúplex 01, continúa el grupo formado por las casas Dúplex 02, VC02 y VC04. Esto se podría explicar debido a que el tipo de vivienda con mayores valores en sus rangos, en el aumento de CO<sub>2</sub>, es producido por la actividad de cocinar (combustión) y reuniones familiares generando altas concentraciones producidas y liberadas en el ambiente dentro de los espacios interiores, así como la baja intensidad de ventilación por

mantener ventanas y puertas cerradas (Fabbri & Tronchin, 2015; ISO 16000, 2019). Finalmente el grupo formado por las VC03 con menor intensidad de partículas volátiles lo cual implica menor actividad humana (Figura 3).

El dióxido de carbono en las viviendas Dúplex02, VC01, VC02 y VC03, presentaron valores en su mayoría dentro del rango de 400 ppm a 600 ppm, por lo tanto indican un nivel de condiciones adecuadas para los habitantes (ISO 16000, 2019), aunque los máximos registrados se encuentran por encima de los valores adecuados. En contraste, en las casas Dúplex 01 y VC04, los valores se encuentran en su mayoría por arriba del rango aceptable de 600 ppm- 1000ppm, lo que podría tener consecuencias negativas en la salud de sus habitantes, tales como la generación de alergias, asma, así como la transmisión de virus en el ambiente (Lu et al., 2022).

**Figura 3.** Relación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y tipos de viviendas en Los Mochis, Sinaloa. El dióxido de carbono su comparación entre los tipos de viviendas y niveles, radican en la actividad del residente, se acentúa por cada de período para el estudio.



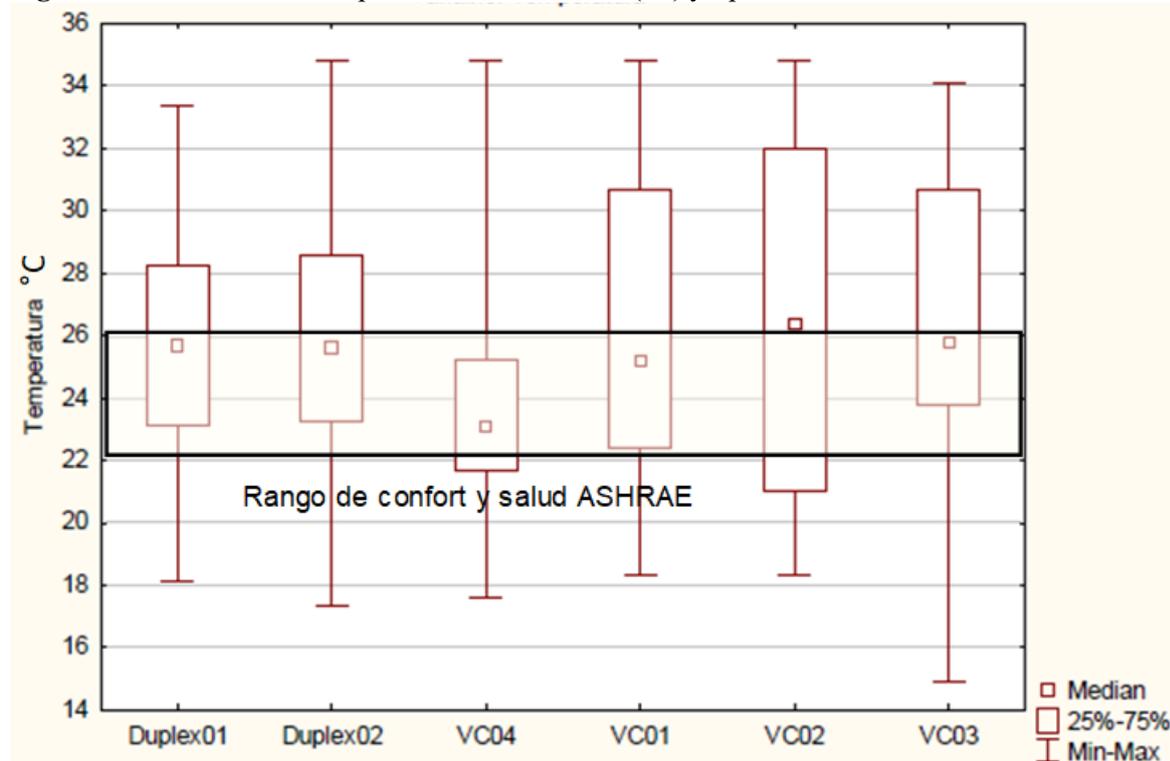
### Temperatura (°C) y tipo de vivienda

Con relación a la temperatura, se observa que se formaron dos grupos de acuerdo al tipo de vivienda, uno conformado por los tipos de casa Dúplex01, Dúplex02, VC01, VC02 y VC03, otro por el tipo de casa VC04 (Figura 4). Esto se podría explicar debido a que el tipo de vivienda VC01 del primer grupo presenta los rangos de valores más altos, seguido por las casas Dúplex01 Y Dúplex02, después por VC02 y VC03, lo cual indica la ubicación es un factor determinante del nivel vertical en que se

encuentren la casa, debido a la disminución de la velocidad del viento y calentamiento por radiación solar, relacionado con las condiciones de transmitancia térmica de la envolvente (Espinosa y Cortés, 2015; Sagastume, 2006). Finalmente, el grupo formado por VC04 considerado diferente a las demás casas por ubicación del ultimo nivel donde la velocidad del viento es mayor y la radiación directo al techo con mayor área de transmitancia térmica (García Alvarado et al., 2016).

La temperatura al interior de la vivienda VC04 se encontró en su mayoría dentro de un rango aceptable de bienestar de 22°C- 26°C de acuerdo con ANSI-ASHRAE (ASHRAE, 2019). En contraste, en las casas Dúplex 01, Dúplex 02, VC01, VC02, y VC03, la temperatura alcanzó valores por arriba del rango de bienestar aceptable de los 26°C, con temperaturas máximas de hasta de 31°C y mínimas por debajo de los 18 °C. Lo cual se encuentra fuera de los rangos de confort y podría afectar negativamente la salud de sus habitantes, así como podría causar una disminución en la permanencia de los habitantes dentro de los espacios interiores(ASHRAE, 2019; OMS, 2023).

**Figura 4.** Correlación de temperatura de bulbo seco (°C) y tipos de viviendas en Los Mochis. Sinaloa.



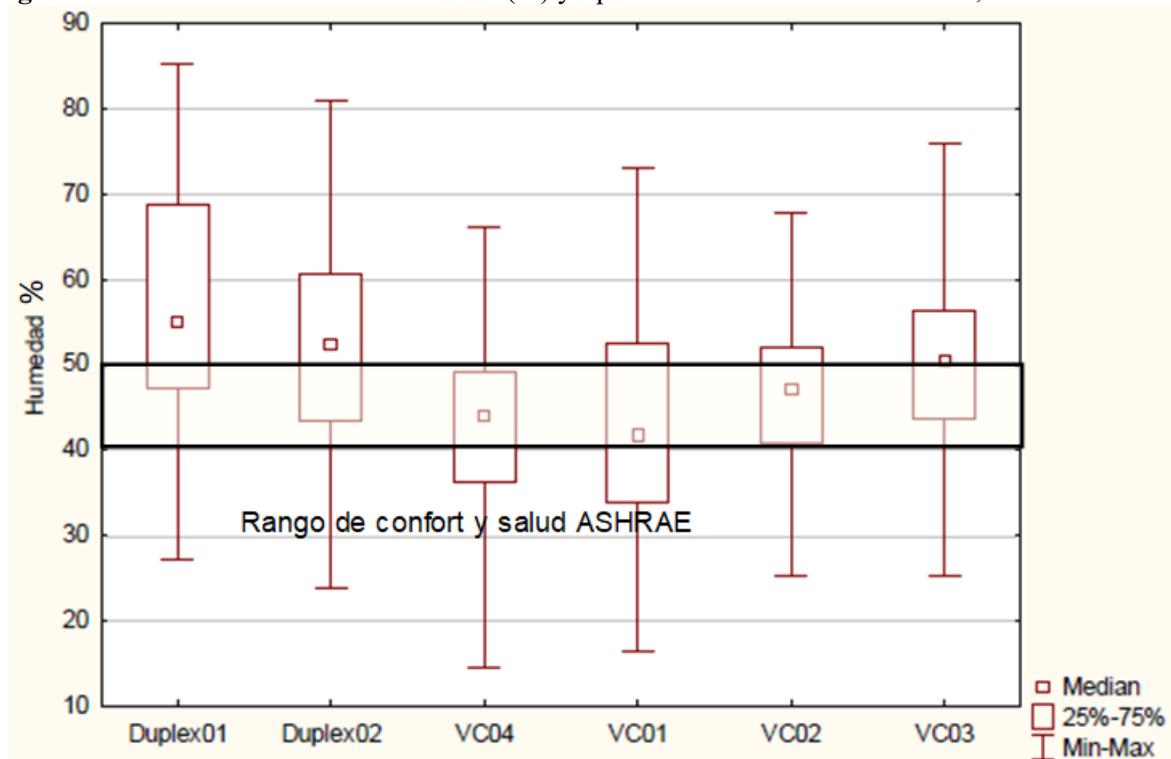
#### Humedad relativa (%) y tipo de vivienda

Con relación a la humedad, se observa que se formaron cuatro grupos de acuerdo al tipo de vivienda, uno conformado por los tipos de casa VC01 en los valores más altos, después por el tipo de casa

Dúplex 01, continua el grupo de Dúplex 02 y VC03, para finalmente con el menor rango VC02 (Figura 5). Esto se podría explicar debido a que el tipo de vivienda Dúplex01 y VC01, presentan los valores de humedad más alto, en presencia de vapor en el ambiente interno de las viviendas (Loor y Pérez, 2020).

Además, la humedad en las viviendas VC04 y VC02 se encontró en su mayoría dentro de un rango de bienestar. En contraste con las viviendas VC01 y VC03 que presentaron una humedad moderada, así como con las viviendas Dúplex 01 y Dúplex 02 que presentan una humedad por arriba de los niveles deseables, lo cual podría considerarse como un indicador de insalubridad en el espacio en cuanto a este parámetro (OMS,2015; ASHRAE,2019).

**Figura 5.** Correlación de humedad relativa (%) y tipos de viviendas en Los Mochis, Sinaloa.



## CONCLUSIONES

Las edificaciones verticales de tipo residencial en sus diversos niveles, al ser monitoreados durante un año, proporciono suficientes datos para comprobar el comportamiento de las variables de habitabilidad ambiental referidas a; temperatura bulbo seco, humedad relativa y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en tiempo real, con el propósito de diagnosticar el efecto que se tiene dentro del espacio interior de la vivienda. .

Por lo tanto, las diferencias entre los factores de habitabilidad en cada nivel de piso la variación en

temperaturas y humedad, fueron consideradas de importancia debido a la altura y ubicación. El caso donde la vivienda del primer nivel la transmitancia de calor fue diferente en comparación con la residencia ubicada en el último nivel donde su transmitancia de calor por radiación solar fue directa al techo del edificio, además la actividad de los habitantes creó diferencias de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), al interior de los espacios, un factor determinante fue la circulación del viento natural por medio de las ventanas.

La estimación de los factores de habitabilidad y su correlación con bienestar dentro de las viviendas verticales, están fuera del rango óptimo de confort para sus habitantes. Por lo tanto, las condiciones de morbilidad 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 a la salud. Esto permite considerar los efectos de factores ambientales monitoreados al interior de dichos edificios sobre las condiciones de habitabilidad y morbilidad, elementos como requisitos integrados a las condiciones de diseño y normativa para la construcción.

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.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arjona Villicaña, B. del P., Ávila García, P., Braga, R., Cervantes Borja, J. F., Cravino, M. C., Feld, N., Fidel, C., García Gómez, C., Jiménez Ortega, L. D., & Kozak, D. (2017). Producción de vivienda y desarrollo urbano sustentable. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.
- ASHRAE. (2019). ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. [www.ashrae.org/permissions](http://www.ashrae.org/permissions)
- Bentley, I., Alcock, A., & Murrian, P. (1999). Entornos vitales: hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano manual práctico (Issue Sirsi) i9780851399676).
- Bojórquez, G. (2010). Confort Térmico en Exteriores: Actividades en Espacios Recreativos en Clima Cálido Seco Extremo. G. Bojórquez. Colima.



- CONAGUA. (2022). Servicio Meteorológico Nacional. Gobierno Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- CONAVI. (2019). Programa de Vivienda Social, PVS. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conavi/acciones-y-programas/s177-programa-de-vivienda-social-pvs>
- 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>
- De Hoyos Martínez, J. E., Jiménez Jiménez, J. de J., Romero Guzmán, L., Álvarez Vallejo, A., Valdés Garcés, J. E., Torres Pérez, M. E., Alonzo Aguilar, A. J., Fernández Martínez, Y., Arana López, G. N., & García Chávez, J. R. (2020). Bioconstrucción para la vivienda. Pensamientos y técnicas. Universidad Autónoma del Estado de México.
- 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. *Revista de Ciencias Tecnológicas*, 3(3), 145–172.
- Espinosa Cancino, C. F., & Cortés Fuentes, A. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *Revista Invi*, 30(85), 227–242.
- Fabbri, K., & Tronchin, L. (2015). Indoor environmental quality in low energy buildings. *Energy Procedia*, 78, 2778–2783.
- García Alvarado, R., Herrera Ojeda, R., Muñoz Viveros, C., & Wandersleben, G. (2016). Desempeño ambiental de recintos habitacionales. Comparación de simulaciones, monitorización y percepción de residentes en seis viviendas de Concepción, Chile. *Tecnura*, 20(47), 71–84.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García Gomez, C., Bojórquez Morales, G., & Ruiz Torres, P. (2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Ambiente Construido*, 11, 99–111.



- 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.
- Guzmán-Hernández, I. A., González, F. F., & i Mestre, J. L. Z. (n.d.). La importancia de la ventilación natural en viviendas sociales de clima cálido-húmedo en tiempos de confinamiento en México.
- Hernández, G., & Velásquez, S. (2014). VIVENDA E QUALIDADE DE VIDA. Medição do habita social no México ocidental. *Bitácora Urbano Territorial*, 24(1), 149–166.
- Hernández, Y., López, D., & Moya, F. (2019). Monitoreo ambiental como herramienta para el seguimiento continuo previsto en la evaluación de impacto ambiental. *Revista Espacios*, 40(3), 17–25.
- Huang, J., Hao, T., Liu, X., Jones, P., Ou, C., Liang, W., & Liu, F. (2022). Airborne transmission of the Delta variant of SARS-CoV-2 in an auditorium. *Building and Environment*, 219, 109212. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109212>
- IMPLAN. (2015). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Ahome. IMPLAN. <https://www.implanahome.gob.mx/DocumentoTecnico.html>
- INEGI. (2022). Indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/>
- INFONAVIT. (2022). El Instituto Infonavit acerca de nosotros. INFONAVIT. <https://portalmx.infonavit.org.mx/wps/portal/infonavit.web/el-instituto/el-infonavit/acerca-de-nosotros>
- ISO 16000-26. (2019). International Organization for Standarization. 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., Cuervo-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.
- Javier García-Ballano, 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 nZEB dwellings. *Energy and Buildings*, 256, 111737. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111737>
- Jia, W., Wei, J., Cheng, P., Wang, Q., & Li, Y. (2022). Exposure and respiratory infection risk via the short-range airborne route. *Building and Environment*, 219, 109166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109166>
- Loor Vélez, J. S., & Pérez Bernal, J. M. (2020). Análisis de Patologías por Humedad en Viviendas de la Ciudadela Puerto Real, Parroquia Andrés de Vera del Cantón Portoviejo.
- López-Bueno, R., Calatayud, J., Casaña, J., Casajús, J. A., Smith, L., Tully, M. A., Andersen, L. L., & López-Sánchez, G. F. (2020). COVID-19 Confinement and Health Risk Behaviors in Spain. *Frontiers in Psychology*, 11, 1426. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01426>
- López de Asiain Alberich, M., Valladares Anguiano, R., & Chavez, M. (2015). Habitabilidad y calidad de vida como indicadores de la función adaptativa del habitar en el entorno urbano.
- 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>
- Martínez, P., Sarmiento, P., & Urquieta, W. (2005). Evaluación de la humedad por condensación dentro de viviendas sociales. *Revista INVI*, 20(55).
- Millán-Jiménez, A., Herrera-Limones, R., López-Escamilla, Á., López-Rubio, E., & Torres-García, M. (2021). Confinement, Comfort and Health: Analysis of the Real Influence of Lockdown on University Students during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph18115572>
- Mujeebu, M. A. (2019). Indoor environmental quality. BoD–Books on Demand.



- Ochoa, R. G., & De la Torre, J. M. O. (2021). Servicios de energía y habitabilidad en los hogares de Sonora, México, ante el Covid-19. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 10, 31–54.
- OMS. (2023). Health Promotion. <https://www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/first-global-conference>
- ONU HABITAT. (2020). El Plan Estratégico 2020-2023 reafirma a ONU-Habitat como entidad global y centro de excelencia e innovación. ONU HABITAT.
- ONU HABITAT. (2021). La Nueva Agenda Urbana en español. ONU HABITAT. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-nueva-agenda-urbana-en-espanol>
- Organista Camacho, M. (2019). Habitabilidad de los conjuntos habitacionales de interés social y su relación con la ciudad. REPOSITORIO NACIONAL CONACYT.
- Organization, W. H. (2018). Directrices de La OMS Sobre Vivienda y Salud: Resumen de Orientación. Organización Mundial de La Salud: Geneva, Switzerland.
- 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.
- Peña-Barrera, L., García-Gómez, C., & Bojórquez-Mopales, G. (2017). Capítulo 8 El Índice de Habitabilidad y Cohesión Social (IHaCoS) un instrumento para la medición del hábitat en México Chapter 8 The Habitability and Social Cohesion Index (IHaCoS) an instrument for the measuring habitat in Mexico. Handbook T-VI, 98.
- Pisano, C. (2020). Strategies for post-COVID cities: An insight to Paris En Commun and Milano 2020. *Sustainability*, 12(15), 5883.
- Pistochini, T., Mande, C., & Chakraborty, S. (2022). Modeling impacts of ventilation and filtration methods on energy use and airborne disease transmission in classrooms. *Journal of Building Engineering*, 57, 104840. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104840>
- PRONACE. (2023). PROGRAMAS NACIONALES ESTRATEGICOS-VIVIENDA. CONACYT. <https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-vivienda/>
- Regueiro, T. N. D. (2022). Calidad del aire interior en viviendas: determinación de las necesidades de ventilación por concentración de CO2.



- Restrepo, S. A. P., Niño, M. X. M., & Solarte, N. I. E. (2021). Arquitectura de la vivienda social rural post-Covid Exploración teórica y aplicaciones proyectuales de diseño sostenible. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 10, 55–80.
- Sagastume, W. (2006). Influencia de los factores climaticos en el diseño para la vivienda urbana ubicada en climas externos. *Universidad Rafael Landívar*, 179.
- Sampieri, R. H. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.
- 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.

