



IMPORTANCIA DEL CONFORT HIGROTÉRMICO EN VIVIENDAS EN TIEMPOS DE CONFINAMIENTO POR COVID-19

Grecia Díaz Muñiz. Mexicana. grecia04_diaz@hotmail.com
Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.
Cerro de las Campanas s/n, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Qro. México.
Verónica Leyva-Picazo. Mexicana. veronica.leyva@uaq.mx
Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.
Cerro de las Campanas s/n, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Qro. México.
Héctor Ortiz Monroy. Mexicano. hector.ortiz@uaq.mx
Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.
Cerro de las Campanas s/n, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Qro. México.

RESUMEN

El confinamiento obligatorio actual que se vive en México, debido a la enfermedad COVID-19, puede afectar a las personas física y/o psicológicamente, sobre todo a aquellas que no cuentan con el confort higrotérmico adecuado al interior de sus viviendas.

La presente investigación estudia el caso de Poza Rica, Veracruz ciudad de clima cálido subhúmedo, donde se tuvo como objetivo conocer el nivel de confort higrotérmico de las personas al interior de sus viviendas antes y durante el confinamiento obligatorio por SARS-CoV-2, determinar las afectaciones físicas o psicológicas que puede generar el confinamiento a los usuarios en una vivienda sin el adecuado confort higrotérmico; y por último, si ha aumentado el uso de sistemas activos de enfriamiento desde el inicio del confinamiento.

Esta investigación, también ofrece una visión sobre las ventajas y desventajas de las estrategias pasivas y activas existentes para lograr el confort adecuado, exponiendo criterios y estudios realizados por diversos autores que servirán de referencia para analizar ambos tipos de estrategias.

Palabras clave: Confort higrotérmico, COVID-19, afectaciones psicológicas

IMPORTANCE OF HYGROTHERMAL COMFORT DURING THE HOME CONFINEMENT DUE COVID-19 OUTBREAK

ABSTRACT

The current mandatory confinement experienced in Mexico, due to the COVID-19 disease, can affect people physically or psychologically, especially those who do not have the adequate hygrothermal comfort inside their homes, which it can affect their behavior and make them feel uncomfortable.

This research studies the case of Poza Rica, Veracruz, a city with a warm subhumid climate, the objective of this research was to know the level of hygrothermal comfort of people inside their homes before and during the mandatory confinement by SARS-CoV-2, also determine the physical or psychological effects that can result in confinement of users in a dwelling

Recibido: 25-09-20 | Aceptado: 03-09-20



without adequate hygrothermal comfort; and finally, if the use of active cooling systems has increased since the beginning of confinement.

This research also provides an overview of the advantages and disadvantages of existing passive and active strategies to achieve adequate comfort, setting out criteria and studies carried out by various authors that will serve as a reference to analyze both types of strategies.

Keywords: Hygrothermal comfort, COVID-19, psychological effects

INTRODUCCIÓN

En este trabajo analizaremos las posibles repercusiones psicológicas asociadas al confinamiento obligatorio por la pandemia actual por SARS-CoV-2 que provoca la enfermedad infecciosa denominada COVID-19, que pudieran afectar a los usuarios de las viviendas que no brindan el adecuado confort higrotérmico en la ciudad de Poza Rica, Veracruz, México.

Cuando las viviendas no son diseñadas tomando en cuenta su contexto natural, no se logra el confort adecuado en su interior, esto se debe a que frecuentemente los criterios bioclimáticos existentes para lograr el confort, dependiendo de cada tipo de clima, son ignorados por diversas razones, tales como las económicas, de desconocimiento o a consecuencia de la globalización arquitectónica; debido que ocasiones se diseña considerando únicamente la estética y las tendencias universales las cuales ignoran el contexto natural de la vivienda (Bravo, 2014), por lo que los usuarios no encuentran el confort higrotérmico adecuado al interior de sus viviendas. Este disconfort puede provocar incomodidad y afectar física o psicológicamente a sus usuarios.

En la actualidad se está viviendo una crisis sanitaria mundial sin precedentes, ocasionada por el virus SARS-CoV-2, el cual produce la enfermedad infecciosa COVID-19. El SARS-CoV-2 es una nueva especie de Coronavirus que fue descubierta en diciembre del 2019 en la ciudad de Wuhan, China, sin embargo, fue hasta el 7 de enero que se dio a conocer a la Organización Mundial de la Salud (OMS) de su existencia. Esta enfermedad puede llegar a ser bastante grave al causar diferentes condiciones médicas, inclusive puede provocar la muerte de los infectados (Balluerka Lasa, y otros, 2020); se considera altamente contagiosa y se transmite mediante cualquier contacto con las secreciones respiratorias de una persona enferma o contagiada (Balluerka Lasa, y otros, 2020). Debido a lo anterior, el virus se propagó rápidamente y para el 30 de enero la OMS declaró la situación como emergencia global; el virus se extendió a muchos más países y con 118319 casos confirmados a nivel mundial el 11 de marzo el COVID-19 fue declarado pandemia por la OMS (Pulcha-Ugarte, Pizarro-Lau, Gastelo-Acosta, & Maguiña-Vargas, 2020).

Todo esto ocasionó el confinamiento mundial de la población en sus viviendas como medida preventiva, lo que llevó a analizar y considerar la importancia de contar con espacios interiores saludables y confortables, que permitan una estancia agradable para los usuarios. Por lo tanto, cuando se diseña un espacio, uno de los principales objetivos debe ser el proveer a los usuarios de un espacio confortable, saludable y que cumpla con sus necesidades, ya que de acuerdo con estudios hechos por Manzano, Montoya, Sabio & García (2015) los seres humanos pasan el 80% de su tiempo de vida en espacios interiores, por lo que se debería procurar diseñar espacios confortables y saludables, los cuales deben adaptarse



correctamente a su entorno natural para que se pueda aprovechar al máximo sus condiciones climáticas y no sea tan frecuente el uso de sistemas de aire acondicionado el cual puede elevar drásticamente los costos energéticos de la vivienda.

CONFORT

El confort es el que ayuda a los espacios arquitectónicos a brindar bienestar físico y fisiológico, debido a los factores biofísicos y constructivos que incorpora (Asiain Alberich, 2003). De acuerdo con Arrieta & Maristany (2018), en un inicio, el confort se relacionaba más con la idea de energía y tecnología y como estas podrían resolver la vida de las personas con todos los beneficios que contaban; fue hasta en los años 90's que se inició un cambio de perspectiva, el confort se inclinó más hacia la búsqueda de una "Arquitectura Verde", la cual consistía en mantener una relación amigable con el medio ambiente. Es aquí cuando el término confort se empieza a relacionar, principalmente, con los parámetros ambientales, tales como temperatura, humedad, iluminación, entre otros.

En la actualidad, debe ser responsabilidad del arquitecto seguir tomando en consideración estos parámetros ambientales a la hora de diseñar un espacio, para lograr el mejor confort al interior, ya que estos parámetros pueden afectar positiva o negativamente la salud del usuario. El tipo de confort puede variar dependiendo del parámetro ambiental, ya sea que se trate de confort térmico, cuando se habla de temperatura; lumínico en cuestión de iluminación o acústico en cuestión de ruidos o sonidos, entre otros. La presente investigación está enfocada en el confort térmico, específicamente en la subcategoría de confort higrotérmico.

El confort térmico es definido por algunos autores de la siguiente manera:

El confort térmico se puede definir como la sensación de bienestar que brindan los espacios arquitectónicos (Asiain Alberich, 2003).

Cuando el balance térmico arroja un valor cero, es decir cuando el cuerpo humano no gana ni cede calor, significa, según este enfoque, (Cuantitativo) que las personas experimentan objetivamente una sensación térmica de confort (Gómez-Azpeitia, Bojórquez, & Pavel, 2007).

Este tipo de confort ha sido ampliamente estudiado, no solo en el ámbito de la arquitectura, sino también en otros campos, por lo que existen diversos estándares para lograr un confort térmico, los cuales han sido determinados por diferentes autores (Guzmán-Hernández, Franco, & Roset, 2019), como los que se muestran en la Tabla 1:

TABLA 1. LÍMITES DE CONFORT TÉRMICO

| <i>Autor</i> | Temperatura °C | Humedad | Aplicación |
|-----------------|----------------|-----------|------------|
| <i>Giovoni</i> | 21-26 | 5-17 mmHg | General |
| <i>Olgyay</i> | 23.9-29.5 | 20-75% HR | Trópicos |
| <i>ASHRAE</i> | 21.6-26.6 | 4-14 mmHg | General |
| <i>Yaglou</i> | 18.8-23.8 | 30-79% HR | USA |
| <i>ISO 7730</i> | 20-26 | 50% | España |

Fuente: Hinz, González, De Oteiza & Quiroz (1986).



Por el hecho de que este confort ha sido estudiado profundamente, cada vez se buscan nuevas estrategias y tecnologías tanto pasivas como activas que puedan ayudar a obtenerlo de manera más precisa al interior de los espacios. En los últimos años, el confort se ha visto influenciado por los avances en ingeniería de enfriamiento artificial (Godoy Muñoz, 2012), en virtud de la poca consideración de la arquitectura bioclimática durante el proceso de diseño por lo que se ha acrecentado el uso de estos sistemas de aire acondicionado aumentando el consumo energético de las viviendas.

Confort higrotérmico

De acuerdo con Bustamante y otros (2009), el confort higrotérmico está definido como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que los rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura. Este tipo de confort, como su nombre lo indica, involucra dos parámetros ambientales importantes: la temperatura y la humedad, parámetros característicos de ciudades con clima cálido subhúmedo, en donde se presentan generalmente en grandes cantidades como lo menciona Asiain (2003), el conjunto de estas dos variables con valores elevados al mismo tiempo da como consecuencia una inconformidad higrotérmica para los usuarios, debido a que la termorregulación natural del cuerpo ya no resulta efectiva.

Termorregulación del cuerpo

El ser humano tiene la capacidad de mantener su temperatura interior, a 37°C, y la habilidad de adaptarse a las condiciones climáticas de la naturaleza gracias a mecanismos autorreguladores del cuerpo, los cuales generan respuestas fisiológicas para contrarrestar cualquier desequilibrio térmico. De acuerdo con estudios de la Universidad Politécnica de Catalunya (2018), el centro termorregulador del cuerpo se localiza en la piel y en el cerebro específicamente en el hipotálamo; estos mecanismos autorreguladores, que se activan para contrarrestar las inclemencias climáticas dependerán del tipo de clima, es decir, si es un ambiente caluroso o frío.

En un ambiente caluroso:

- *Aumentará el flujo sanguíneo: la sangre actúa como el agua del radiador del coche, transporta el calor por nuestro organismo y se disipa a través de la piel al exterior.*
- *Se activa la sudoración: si el incremento del flujo sanguíneo no es suficiente, se activa la sudoración y mediante su evaporación nuestro cuerpo se refrigera. Por cada gramo de sudor evaporado nos refrigeramos unas 600 calorías.*

En un ambiente frío:

- *Disminuye el flujo sanguíneo: para conservar más el calor interno*
- *Temblamos para generar calor: El temblor es un mecanismo de defensa de nuestro organismo frente al frío (Universidad Politécnica de Catalunya, 2018).*

Por lo tanto, el balance térmico depende principalmente del metabolismo, pero en lugares de climas cálido subhúmedos los niveles de temperatura y humedad son muy altos, por lo que muchas veces estos mecanismos autorreguladores no son suficientes, ya que el aire se encuentra saturada de agua, lo que no hace posible la absorción de las transpiraciones de las



personas, haciendo que los cuerpos de las personas se mantengan calientes, lo que les provoca incomodidad (Guzmán-Hernández, Franco, & Roset, 2019) llegando a afectar su comportamiento.

Modelo de confort adaptativo

Existen dos enfoques desde los cuales se puede evaluar el confort térmico o higrotérmico: cuantitativo o adaptativo. El modelo cuantitativo es ideal para un estado estable, es decir donde los usuarios se encuentren en un ambiente con las mismas condiciones por un largo periodo de tiempo, lo que sería difícil de obtener en condiciones naturales pues aún en la misma época del año el clima puede variar de un día a otro; por lo que este tipo de modelo sería aplicable, por ejemplo, a espacios con aire acondicionado donde resulta fácil controlar las condiciones ambientales; aunado a lo anterior, este tipo de modelos suelen subestimar la capacidad de adaptación climática de los usuarios y la capacidad de estos por efectuar cambios que mejoren su sensación de confort térmico (Marincic, Ochoa, & Del Río, 2012). En cambio, el modelo adaptativo toma en cuenta, tanto la interacción física de los usuarios con las condiciones ambientales, como su interacción psicológica y fisiológica, y es que la valoración del confort térmico o higrotérmico puede llegar a ser algo subjetivo, puesto que no todos los seres humanos presentan el mismo grado de satisfacción térmica, si no que esto depende de distintos factores como su edad, sexo, peso, entre otros; asimismo, la adaptación de los usuarios está dividida en tres categorías: física, que se refiere a los cambios que puede realizar el usuario para adaptarse térmicamente, como cambiar su ropa, consumir ciertos alimentos fríos o calientes, entre otros; fisiológica, se refiere a las respuestas fisiológicas del cuerpo ante la exposición repetida a un estímulo; y adaptación psicológica, que depende de la información con que cuenten las personas para cierta situación (Tristancho, 2019), por lo que cada usuario puede reaccionar de manera diferente a la situación de confinamiento obligatorio mundial.

ASPECTOS PSICOLÓGICOS AFECTADOS POR EL CONFINAMIENTO POR COVID 19 EN UNA VIVIENDA SIN CONFORT TÉRMICO ADECUADO

Debido a la pandemia por SARS-CoV-2 que se vive actualmente, la mayoría de las personas alrededor del mundo se han visto obligadas a permanecer en sus viviendas con la finalidad de mantenerse a salvo a ellas mismas y su familia. Este confinamiento, posiblemente, tenga impacto sobre el bienestar físico y psicológico de las personas; puede impactar psicológicamente en las personas, debido a la pérdida de hábitos y rutinas, así como al estrés psicosocial que se genera, y de manera física debido a estas mismas razones aunadas a la adopción de nuevos hábitos poco saludables por parte de las personas, como el sedentarismo, mayor uso de pantallas, patrones de sueño irregulares, entre otros (Balluerka Lasa, y otros, 2020).

De acuerdo con una teoría del Sistema Inmunitario Conductual, BIS (Behavioral Immune System) por sus siglas en inglés, durante este periodo de confinamiento las personas son propicias a desarrollar emociones negativas tales como aversión, ansiedad, entre otras y, también suelen desarrollar una evaluación cognitiva negativa como medida de autoprotección, lo que se refleja en tratar de evitar cualquier tipo de contacto con personas que pudieran tener algún síntoma relacionado con el COVID-19 (Li, Wang, Xue, Zhao, &



Zhu, 2020) a manera de sentirse a salvo y cuidar del bienestar de ellos y de su familia. A pesar de que estas acciones mantienen a las personas alejadas de los posibles patógenos de la enfermedad, lo que les brindan cierta seguridad, a largo plazo pueden reducir la función inmune de las personas y destruir el equilibrio de sus mecanismos fisiológicos normales (Li, Wang, Xue, Zhao, & Zhu, 2020).

Estas consecuencias psicológicas y físicas derivan en el miedo y estrés, por causa del confinamiento y de la necesidad de mantenerse en alerta de la enfermedad infecciosa COVID-19, lo anterior, aunado a las consecuencias negativas que pueden generar el hecho de no tener confort higrotérmico adecuado en el espacio interior, donde debido al confinamiento obligatorio, puede afectar negativamente el comportamiento y salud de los usuarios.

De acuerdo con Fernández (1994), cuando los niveles de humedad en el ambiente sobrepasan el 80% en un día con altas temperaturas, la percepción de calor aumenta, lo cual afecta negativamente la sensación térmica en los espacios, y la termorregulación del cuerpo, ya que los altos niveles de humedad en el ambiente impiden la correcta evaporación de agua del cuerpo humano, dando paso al inconfortable calor húmedo, conocido coloquialmente como sensación de bochorno. Estos niveles de humedad en el ambiente, junto con las altas temperaturas, afectan también al comportamiento humano, estudios como los realizados por Tsutsumi, Tanabe, Harigaya, Iguchi, & Nakamura (2007) han comprobado que una humedad neutra (40-70%) es preferible para mejorar el confort y la productividad del usuario, ya que unos bajos niveles también pueden afectarlos negativamente.

CASO DE ESTUDIO: POZA RICA, VERACRUZ, MÉXICO

En México existe una gran diversidad climática, en un principio por el hecho de estar dividido por el Trópico de Cáncer, es separado en dos zonas: una zona tropical y otra templada, además de tener un relieve variado y la presencia de océanos, lo cual hace posible encontrar diversos tipos de clima. El estado de Veracruz también presenta una gran diversidad climática en sí mismo, debido a su posición geográfica intertropical pero cerca del límite del Trópico de Cáncer, su altitud y relieve de grandes contrastes. Tiene un tipo de clima cálido subhúmedo Aw (de la clasificación Köppen), el cual comprende tres subtipos que se distribuyen a lo largo del estado, Aw0 que es más seco, Aw1 de nivel intermedio y Aw2 que es el más húmedo (Soto, Gama, & Gómez, 2001).

La ciudad de Poza Rica está ubicada en la zona centro del estado de Veracruz, en las coordenadas 20° 32' latitud norte y 97° 27' longitud oeste, a una altura de 50 msnm, una precipitación promedio de 1106 mm. Y su tipo de clima según la clasificación Köppen corresponde al Aw1 de acuerdo con Soto, Gama, & Gómez (2001), lo que lo establece dentro del tipo cálido subhúmedo de nivel intermedio.

De acuerdo con los resultados de la gráfica de Olgay, a partir de datos históricos del clima de Poza Rica del año 2017, obtenidos desde la estación meteorológica más cercana Aeropuerto Tajín (MMPA) se observa en la figura 1, como la mayor parte del año se encuentra en estado de disconfort tanto en temporada de verano como de invierno, llegando a sobrepasar el "límite de trabajo de intensidad moderada", recomendando la estrategia de ventilación natural prácticamente todo el año, a manera de poder brindar un poco de confort en las viviendas.



específicamente el higrotérmico, que maneja a la temperatura y humedad como parámetros principales.

En el caso de que las técnicas pasivas de acondicionamiento ambiental en la vivienda no existan o no cumplan con su objetivo, se requerirá la implementación de sistemas activos, como el aire acondicionado, que ayuden a mejorar el confort higrotérmico de los usuarios.

Estrategias Pasivas

A continuación, se mencionan algunas estrategias pasivas recomendadas por Asiain (2003) en el diseño de viviendas en este tipo de climas:

- Protección de la radiación directa y difusa: persianas, celosías, voladizos, entre otros.
- Ventilación diurna y nocturna.
- En climas muy húmedos es recomendable que las edificaciones estén elevadas sobre el terreno, para favorecer la circulación del aire lo que ayudará a disminuir el nivel de humedad en el interior.
- Formas dispersas (poco compactas) para facilitar la ventilación y enfriamiento diurno y nocturno.
- Cubiertas y fachadas sobrepuestas y ventiladas para el enfriamiento del edificio.
- Grandes alturas para la estratificación del aire caliente.

Guimarães (2008) menciona que la ventilación cruzada es lo más apropiado para el tipo de clima cálido subhúmedo, al lograr una buena circulación y renovación del aire, lo que contribuye a mejorar las condiciones de temperatura y humedad del ambiente, además también analiza la funcionalidad de la cubierta ventilada sobre el confort térmico, en ella menciona la importancia de un buen diseño de cubierta para el confort térmico.

Como se puede observar, la mayoría de las estrategias pasivas de enfriamiento son recomendables para edificaciones nuevas, y aunque es posible aplicarlas en edificaciones ya construidas su costo sería demasiado alto.

Estrategias Activas

En caso de que las estrategias sustentables no hayan sido aplicadas en el proyecto o no consigan mejorar el confort higrotérmico deseado al interior, se puede mejorar por sistemas activos de enfriamiento, sin embargo, los sistemas HVAC de climatización, ventilación y aire acondicionado de uso comercial y residencial por lo general no logran reducir los niveles de humedad por debajo del 60% HR, y la posibilidad de reducir aún más estos niveles implicaría un aumento de costo. En el caso de la deshumidificación, existe el método mediante serpentín de enfriamiento, el cual logra reducir los niveles de humedad hasta menores del 50%, sin embargo, su costo comparable con los costos de sistemas HVAC en operación y mantenimiento, resulta altamente costoso (Fonseca Díaz, Niño Serna, & Gutiérrez, 2009).

De acuerdo con Mateo (2015) existen sistemas deshumidificadores de rueda desecante que ya han sido aplicados en países europeos, la India, China y Estados Unidos, estos permiten reducir la humedad relativa del ambiente, pero su eficiencia es mejor en climas fríos ya que su proceso desecante calienta los espacios lo que los descarta para climas cálidos, donde aparte de disminuir la humedad se busca mitigar las altas temperaturas.



Comparación de estrategias pasivas y activas

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, los sistemas activos de enfriamiento son mayormente elegidos sobre las estrategias pasivas para obtener confort higrotérmico al interior de las viviendas, ya que estos tienen la ventaja de poder implementarse tanto en construcciones nuevas como en las ya existentes sin que exista un costo tan elevado de modificación en la construcción al instalarse como el que representaría la implementación de una estrategia pasiva, como la ventilación cruzada que si no fue considerada desde el proceso de diseño de la vivienda, puede conllevar grandes modificaciones dependiendo del diseño y ubicación geográfica de cada proyecto. De acuerdo con lo anterior, se podría decir que las estrategias activas poseen mayores ventajas sobre las pasivas, pero como menciona Díaz (2016):

La mayoría de los equipos HVAC consumen altos niveles de energía eléctrica, incrementando el consumo de energía en los edificios quienes son responsables del 40 % de la energía consumida en el mundo y del 40-50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (2016).

El verdadero costo de los sistemas HVAC se encuentra en el consumo de energía eléctrica que requieren, lo que además trae consigo un impacto económico negativo, así como en lo ecológico. Sin embargo, ya existen nuevos equipos HVAC que ofrecen un menor consumo energético lo que implica una disminución en la huella de carbono, lo cual puede considerarse como una ventaja; por otro lado, los sistemas HVAC aunque permiten refrigerar el ambiente, el aire que arrojan se puede convertir en un aire viciado, es decir, en aire que no recircula naturalmente, como en el caso de la ventilación cruzada donde nuevas corrientes de aire fresco entran y circulan por todo el espacio arquitectónico, deshaciéndose del aire viciado que se encuentra al interior, lo cual resulta más higiénico, además de que no requiere de ningún consumo energético por lo que no afecta la economía ni la ecología. El punto para considerar esta estrategia de ventilación natural es que, si no fue considerada desde el proceso de diseño, junto con la orientación correcta, asoleamiento, entre otros puntos de sustentabilidad, es difícil aplicarla después de construido el edificio o el espacio, ya que esto implica modificaciones que, dependiendo de las condiciones de cada proyecto arquitectónico, pueden resultar muy costosas.

OBJETIVOS

General

El objetivo principal de esta investigación fue conocer el grado de confort higrotérmico al interior de las viviendas de los habitantes de la ciudad de Poza Rica, así como conocer el impacto físico o psicológico que puede tener sobre los usuarios el no tener el confort deseado, sobre todo durante este periodo de confinamiento obligatorio a causa del virus infeccioso SARS-CoV-2 donde las personas deben permanecer más tiempo del acostumbrado al interior de sus viviendas, lo que puede afectar sus rutinas y patrones, llevando a consecuencias negativas sobre su bienestar físico y psicológico.



Particulares

1. Conocer el nivel de confort higrotérmico de los habitantes de Poza Rica al interior de sus viviendas antes y durante el confinamiento obligatorio por la pandemia por SARS-CoV-2 y determinar si ha habido algún cambio.
2. Determinar las afectaciones psicológicas del confinamiento obligatorio dentro de una vivienda que no brinda el adecuado confort higrotérmico.
3. Determinar si ha habido un aumento del uso de sistemas activos de enfriamiento, como el aire acondicionado, a partir del inicio del confinamiento obligatorio para mejorar su nivel de confort higrotérmico a pesar de considerarse costoso.

MÉTODO

Participantes

De acuerdo con datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) hasta el año 2015 en la ciudad de Poza Rica, Veracruz había un total de viviendas particulares habitadas de 55 154, todas ellas fueron tomadas en consideración para participar en este estudio.

Muestra

De las 55 154 viviendas habitadas existentes en la ciudad de Poza Rica, Veracruz el 99.3% de ellas cuenta con el servicio de electricidad, lo que sería un total de 54 767.922 viviendas que cuentan con este servicio, y serían las elegidas para la aplicación de la encuesta ya que están cuentan con los criterios del estudio, ya que las viviendas que no cuentan con electricidad no podrían encuestarse sobre el tipo de sistema de enfriamiento con el que cuentan.

Instrumentos

Se realizaron dos encuestas con el fin de obtener información sobre el nivel de confort higrotérmico de los usuarios al interior de sus viviendas y como este puede afectar su comportamiento, sobre todo actualmente, momento es que muchas personas se ven obligadas a pasar más tiempo en sus viviendas a causa del confinamiento por SARS-CoV-2.

Ambas encuestas fueron realizadas en la temporada de verano, una durante el año 2019 y la otra durante el 2020, con el fin de poder contrastar resultados debido a que fueron realizadas durante diferentes situaciones, en cuanto al confinamiento obligatorio actual; las respuestas fueron recibidas en el plazo de una semana, durante la cual se mantuvieron condiciones climáticas similares en ambos años.

Las encuestas fueron presentadas por medio de la plataforma *Google Forms*, lo que ayuda a mantener el anonimato de los participantes y graficar los resultados de manera más sencilla. Dicho cuestionario fue elaborado de manera propia y revisado por un Consejo de Ética previo a su aplicación para corroborar que ninguno de los participantes se exponía de ninguna forma y que sus datos se mantendrían en la más estricta confidencialidad.

La participación de todos los involucrados fue voluntaria y no obtuvieron ningún tipo de retribución monetaria o en especie por la participación en el estudio.

No se realizó ningún tipo de discriminación a las personas participantes de la encuesta.



Análisis Estadístico

Para determinar el tamaño de la muestra requerida, se calculó de acuerdo con los siguientes datos: tamaño del universo, que era de 54 767 viviendas de Poza Rica, Veracruz, con una heterogeneidad del 50%, un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 90%, lo que arrojó un resultado de 270, por lo que sería necesario encuestar a 270 habitantes de la ciudad de Poza Rica, lo que se traduce en una persona encuestada por vivienda.

RESULTADOS

Las preguntas aplicadas dentro de la primera encuesta realizada durante el verano del 2019, fueron las siguientes:

TABLA 2. ENCUESTA NO. 1 SOBRE CONFORT HIGROTÉRMICO EN POZA RICA DURANTE EL 2019

| No. | Pregunta |
|-----|--|
| 1 | Determine su nivel de confort durante la temporada de verano al interior de su vivienda |
| 2 | ¿Qué tipo de ambiente sería más de su agrado? |
| 3 | Según su percepción, este tipo de ambiente es: |
| 4 | ¿Cuenta con aire acondicionado o algún otro sistema de enfriamiento en su vivienda? |
| 5 | Si contestó si en la pregunta anterior, mencione el sistema de enfriamiento con el que cuenta. |
| 6 | Si contestó que no, mencione el por qué. |
| 7 | ¿Considera al sistema de enfriamiento “aire acondicionado costoso”? |

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la muestra, en la primera pregunta se presentan 5 situaciones del nivel de confort higrotérmico en el cual se pueden encontrar las personas al interior de sus viviendas, las cuales son las siguiente: con mucho calor, con calor, neutral, con frío y con mucho frío.

El 63% de los encuestados eligieron la primera opción (ambiente con mucho calor), siendo así está la respuesta mayormente elegida; la opción dos (ambiente con calor) tuvo una preferencia del 24.1%, la opción tres (ambiente neutral) contó con un 12% de preferencia, la cuarta opción (ambiente con frío) obtuvo un 0.9% y finalmente la quinta opción (ambiente con mucho frío) obtuvo un 0% de preferencia; los datos se muestran en el Gráfico 1.

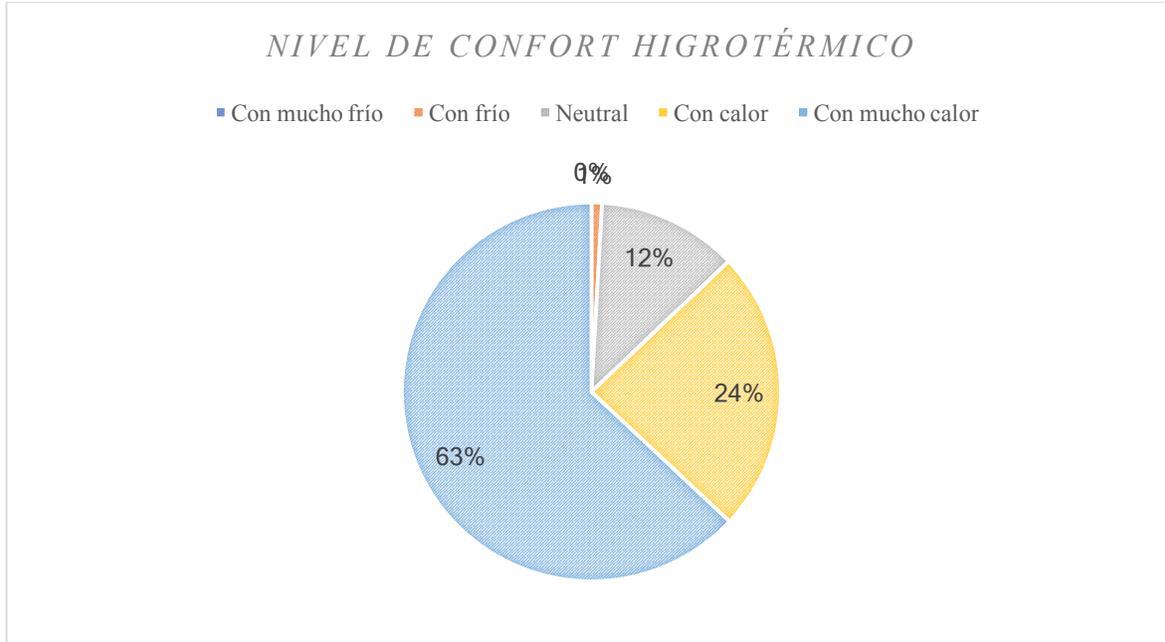


Gráfico 1. Nivel de confort higrotérmico
Fuente: Elaboración propia.

La segunda pregunta cuestiona sobre el ambiente de mayor agrado para los usuarios, de acuerdo con los resultados, el 7.3% de los encuestados preferirían un ambiente muy frío, mientras que el 79.8% declaró que le gustaría un ambiente ligeramente más frío, el 6.4% prefiere la opción “sin cambios” en el ambiente, el 6.4% eligió un ambiente “ligeramente más cálido” y el 0% “cálido”, por lo que podemos determinar que la mayoría de los usuarios no cuentan con el confort deseado al interior de sus viviendas, ya que de acuerdo con esto solo el 6.4% de los encuestados no considera necesario ningún cambio en la temperatura del ambiente, mientras que casi el 80% preferirían un ambiente de menor temperatura.

Sobre la pregunta relacionada con la humedad percibida en el ambiente, el 30.9% de los encuestados percibe un ambiente muy húmedo en su vivienda, el 31.8% lo considera húmedo, el 29.1% lo considera algo húmedo, mientras que el 8.2% opina que es un ambiente seco y el 0% muy seco.

En cuestión sobre contar con aire acondicionado o algún otro sistema de enfriamiento activo en sus viviendas, el 68.2% de los encuestados respondieron afirmativamente, por lo que nuevamente se puede determinar que sus viviendas no proporcionan el confort adecuado de manera pasiva, además de que el clima en este lugar tiende a condiciones extremas por lo que los usuarios se ven obligados a recurrir a sistemas activos para mejorar su confort.

De los encuestados que afirmaron contar con algún sistema de enfriamiento en sus viviendas, el 98.6% cuenta con aire acondicionado, mientras que el 1.4% mencionaron los ventiladores como el sistema de enfriamiento utilizado en sus viviendas.

En cuanto a los motivos de las personas que mencionaron no contar con ningún sistema de enfriamiento en sus viviendas, la mayoría mencionó los altos costos tanto de adquisición como de mantenimiento y solo unos pocos mencionaron cuestiones de salud. En general de todos los encuestados, el 90% por cierto lo considera un sistema costoso, incluidos los que



poseen aire acondicionado en sus viviendas, sin embargo, se ven obligados a recurrir a este tipo de sistemas al no encontrar el confort deseado en sus viviendas.

Dentro de la segunda encuesta, la cual fue aplicada durante la temporada de verano del 2020, etapa en la cual ya había iniciado el confinamiento obligatorio por Covid-19, las preguntas se dividieron en tres secciones:

Parte I. Percepción de confort higrotérmico

Parte II. Afectaciones del confinamiento

Parte III. Uso de sistemas de enfriamiento

Y las preguntas de cada sección fueron las siguientes:

TABLA 3. ENCUESTA NO. 2 SOBRE CONFORT HIGROTÉRMICO EN POZA RICA DURANTE EL 2020

| No. | Pregunta |
|---|---|
| PERCEPCIÓN DE CONFORT HIGROTÉRMICO | |
| 1 | Determine su nivel de confort durante la temporada de verano al interior de su vivienda |
| 2 | ¿Qué tipo de ambiente sería más de su agrado? |
| 3 | Según su percepción, este tipo de ambiente es: |
| 4 | ¿Considera que el nivel de confort higrotérmico dentro de su vivienda se ha visto afectado durante el confinamiento por Covid-19? |
| 5 | Si respondió que sí en la pregunta anterior, ¿podría describir la causa? |
| AFECCIONES DEL CONFINAMIENTO | |
| 6 | ¿Sus hábitos de sueño o los de su familia se han visto afectados? |
| 7 | ¿Usted o su familia se han sentido irritables? |
| 8 | ¿Usted o su familia se han sentido tristes? |
| 9 | ¿Usted o su familia han sentido estrés? |
| 10 | ¿Usted o su familia han sentido más cansancio? |
| 11 | ¿Considera que el espacio donde habita influye en sus emociones o comportamiento? |
| 12 | ¿Qué aspecto considera que influye más en sus emociones o comportamiento? Puede seleccionar más de una opción |
| USO DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO | |
| 13 | ¿Cuenta con aire acondicionado o algún otro sistema de enfriamiento en su vivienda? |
| 14 | Si contestó que sí, ¿el equipo fue adquirido al inicio o durante el periodo de confinamiento por Covid-19? |
| 15 | ¿Considera que durante esta época de confinamiento ha utilizado por mayor cantidad de tiempo su equipo de enfriamiento? |

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, se mantuvieron las preguntas de la primera encuesta, donde se cuestionaba sobre la percepción del nivel de confort higrotérmico de los usuarios al interior de sus viviendas y sobre sus preferencias sobre este, añadiendo únicamente cuestiones referentes con la situación por confinamiento obligatorio por SARS-CoV-2 y como puede afectar a los usuarios.

Dentro de la primera pregunta, se les cuestionó sobre su nivel de confort al interior de sus viviendas, manteniendo los mismos 5 escenarios de la primera encuesta: con mucho calor, con calor, neutral, con frío o con mucho frío, a lo que el 60% de los encuestados seleccionaron la primera opción (con mucho calor), el 35% la segunda (con calor), el 5% la tercera (neutral) y el 0% las dos últimas opciones (con frío y con mucho frío), los resultados se muestran en el Gráfico 2.

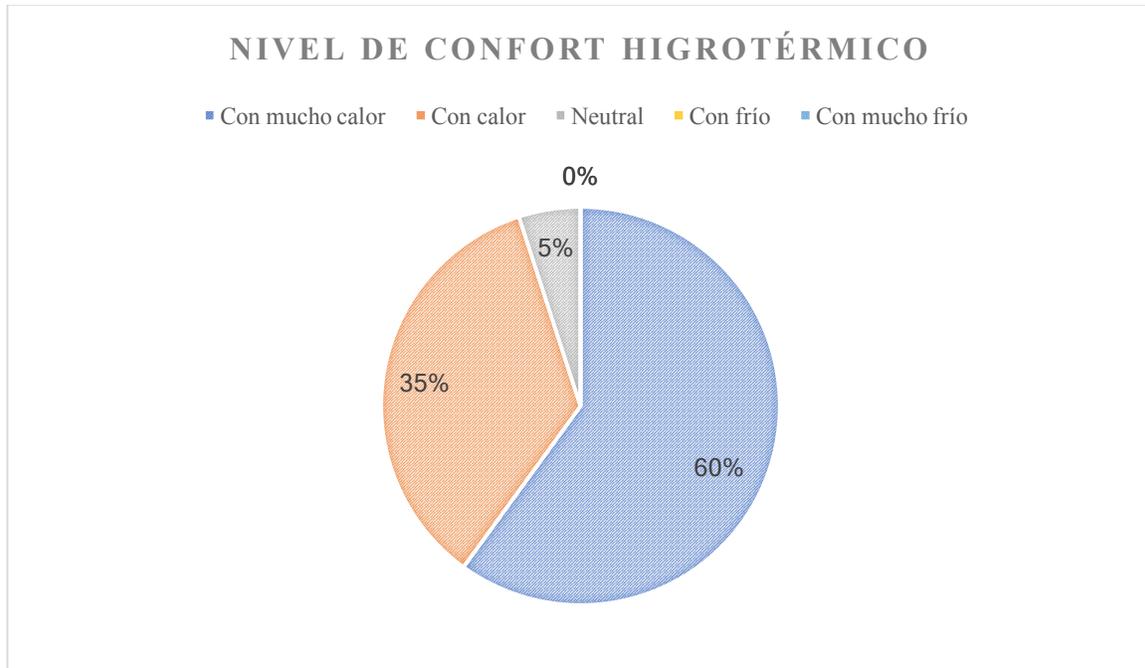


Gráfico 2. Nivel de confort higrotérmico durante el verano del 2020.
Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que el porcentaje de la opción “con mucho calor” es menor comparada con la primera encuesta, bajó de 63% a 35%, se determina que los usuarios se encuentran en mayor disconfort durante esta situación de confinamiento, debido a que en esta ocasión tanto la opción de “frío” como la de “mucho frío” se mantuvieron en 0%, y anteriormente la de “frío” había obtenido un 1%, además la opción de un ambiente “neutral” bajó del 12% al 5%.

En la segunda cuestión sobre el tipo de ambiente que sería de mayor agrado para los usuarios, igualmente se mantuvieron las 5 opciones: muy frío, ligeramente más frío, sin cambios, ligeramente más cálido o con mucho calor, de los cuales el 20% de los encuestados prefirió la opción “muy frío”, el 70% eligió un ambiente “ligeramente más frío” y el 10% restante fue dividido a partes iguales entre “sin cambios” y “ligeramente más cálido”, la comparación con los resultados de la encuesta realizada previa al confinamiento obligatorio por SARS-CoV-2 se muestran a continuación:

TABLA 4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE AMBAS ENCUESTAS SOBRE EL AMBIENTE PREFERIDO POR LOS USUARIOS.

| Tipos de ambiente | Encuesta previa al confinamiento | Encuesta durante el confinamiento |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Opción 1. Muy frío | 7.3% | 20% |
| Opción 2. Ligeramente más frío | 79.8% | 70% |
| Opción 3. Sin cambios | 6.4% | 5% |
| Opción 4. Ligeramente más cálido. | 6.4% | 5% |
| Opción 5. Cálido. | 0% | 0% |

Fuente: Elaboración propia.



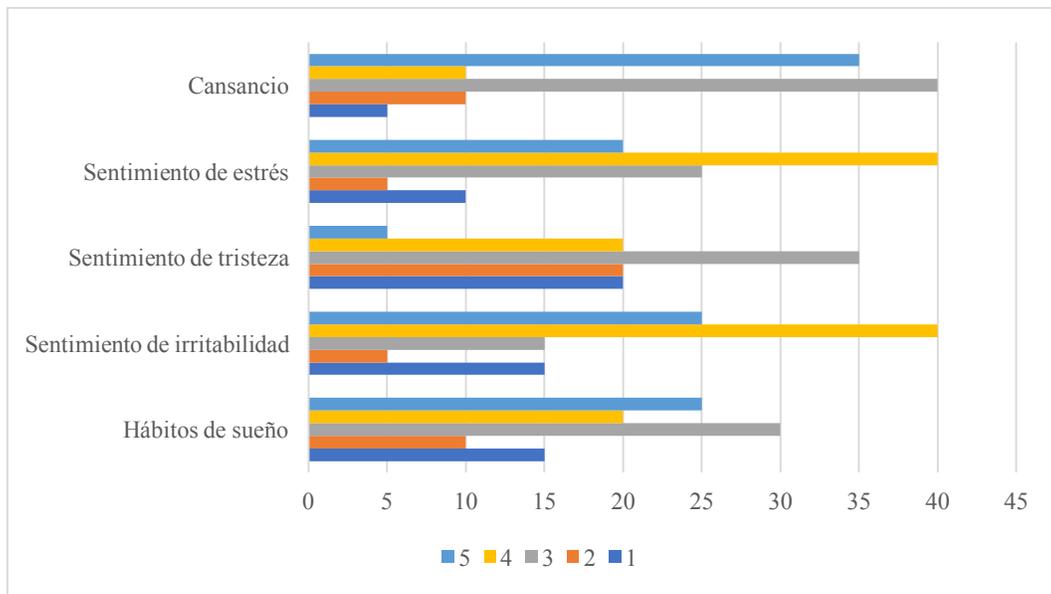
Como se observa hubo algunos cambios en las preferencias de los usuarios, mientras que los porcentajes por un ambiente “sin cambios” o “ligeramente más cálido” disminuyeron, el porcentaje para un ambiente “muy frío” se elevó considerablemente en la encuesta aplicada durante el confinamiento.

En la cuestión sobre la humedad, el 55% considera que existe un ambiente “muy húmedo”, el 35% “húmedo” y el 10% restante se divide a partes iguales entre un ambiente “seco” y uno “muy seco”.

También se les cuestionó sobre si consideraban que el confinamiento obligatorio a causa del SARS-CoV-2 ha afectado su nivel de confort higrotérmico al interior de sus viviendas en una escala del 1 al 5, siendo el número 1 poco y el número 5 mucho, y en caso de responder afirmativamente, se les pidió mencionar las posibles causas según su percepción, en donde los porcentajes más se presentaron en 1, 4 y 5 con 25% cada uno; en cuanto a las causas mencionadas las más repetidas fueron principalmente que ahora más de un usuario pasa la mayor parte del día en la vivienda y también es más frecuente el uso de los aparatos eléctricos, por lo que se aportan más ganancias térmicas al interior.

En la sección de afectaciones del confinamiento se les cuestionó si ha afectado sus hábitos de sueño; su estado de ánimo, en cuanto a irritables, tristes o estresados; y su rendimiento; y de acuerdo con los datos obtenidos se puede determinar que, aunque en diferentes porcentajes cada uno de los aspectos ha sufrido de cambios, en el Gráfico 3 se muestran los resultados.

Gráfico 3. Porcentajes del nivel de afectación durante el confinamiento obligatorio por SARS-CoV-2 en los habitantes de la ciudad de Poza Rica, Veracruz.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de esta misma sección se les cuestionó sobre si consideraban que el espacio donde habitan podría afectar sus emociones o comportamiento, y cuales eran los factores que influían en esos cambios. En la primera cuestión se manejó una escala del 1 al 5, uno siendo poco y cinco mucho, siendo el número 4 el mayormente elegido con un 43% y el número 1



obtuvo 20%, y de los factores que podrían influir en sus emociones y comportamiento, se presentaron los siguientes resultados:

1. Iluminación, obtuvo un 15%
2. Temperatura, obtuvo un 85%
3. Humedad, obtuvo un 45%
4. Acústica, obtuvo un 10%

Como se aprecia la humedad y la temperatura, variables que como se han mencionado anteriormente son de gran importancia en esta ciudad por el tipo de clima con el que cuenta, clima cálido subhúmedo, se consideran como los de mayor influencia sobre los usuarios.

Pasando a la última sección, uso de sistemas activos, el 70% de los encuestados cuenta con aire acondicionado en sus viviendas, de los cuales el 10% lo adquirió durante el periodo de confinamiento obligatorio como medida para mejorar el confort al interior de sus viviendas; además el 54.5% de los usuarios admite utilizar por mayor cantidad de tiempo el aire acondicionado desde el inicio del confinamiento, sacrificando sus posibles ahorros energéticos y económicos, con el propósito de obtener un mejor confort al interior de sus viviendas.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos es posible determinar que la mayoría de los usuarios no perciben un confort higrotérmico ideal al interior de sus viviendas, y esta etapa de confinamiento obligatorio a causa del virus infeccioso denominado SARS-CoV-2 los porcentajes de desconfort higrotérmico se han visto en aumento, debido principalmente a que muchos usuarios se vieron obligados a cambiar su rutina y ahora deben estudiar o trabajar desde casa aportando mayores ganancias térmicas que antes cuando quizá solo uno o dos miembros por familia debían permanecer en casa, además se ha acrecentado el uso de aparatos domésticos lo que igualmente aporta mayores ganancias.

A pesar de que el 20% de los usuarios no considera que el espacio donde habitan afecte su comportamiento y emociones, el 43% de ellos opina lo contrario, siendo las variables de temperatura y humedad las mayormente señalada como las causantes del desconfort, algo comprensible en este tipo de clima, característico por elevados niveles de ambas, con pocos cambios entre el día y la noche, sobre todo en temporada de verano.

El hecho de no encontrar el confort adecuado en la vivienda, aunado con el miedo y la incertidumbre de la situación actual afecta el bienestar físico y psicológico de los usuarios, como se puede ver en los resultados de la encuesta ha afectado sus hábitos de sueño y su rendimiento, haciéndolos sentir más cansados. También ha influido en sus emociones, generando sentimientos negativos, como de estrés, tristeza e irritabilidad.

Un punto también importante es el aumento del uso del aire acondicionado durante esta etapa de confinamiento obligatorio para mejorar el confort higrotérmico al interior, con lo que se podría concluir que la mayoría de las viviendas no cuentan con las estrategias pasivas adecuadas para garantizar un confort higrotérmico en su interior, por lo que los usuarios optan por el uso de sistemas activos de enfriamiento debido a su practicidad de instalación y manejo, tanto en edificaciones nuevas como en las ya construidas, lo que las aventaja sobre las estrategias pasivas de enfriamiento las cuales, sino son implementadas desde un inicio, difícilmente pueden adaptarse sin que impliquen altos costos en modificaciones comparados



con los requeridos para la instalación de un sistema HVAC, sin embargo no se debe dejar de lado que estos sistemas también son costosos ya que no solo requieren de un costo de instalación, sino también de un costo periódico de mantenimiento y por consumo de energía. Por otra parte, debe considerarse que una circulación del aire de manera natural es mejor que una ventilación artificial, ya que si no se tiene un buen cuidado e higiene puede ocasionar enfermedades respiratorias a la larga, ya que el aire que es arrojado de ellos se puede convertir en un aire viciado, al no permitir una renovación total del aire como en el caso de la ventilación cruzada, lo que puede considerarse preocupante especialmente en estos tiempos de COVID-19 donde una de las cosas que más se buscan es mejorar la calidad del aire de los espacios interiores para evitar contagios.

Como se ha mencionado, tanto las estrategias activas como las pasivas tienen diferentes ventajas y desventajas cada una, por lo que lo ideal sería considerar algún método de deshumidificación o enfriamiento pasivo desde el inicio del diseño de las viviendas, o alguna combinación de estrategias activas y pasivas, como la implementación de ventilación cruzada en combinación con deshumidificadores desecantes y el apoyo solo en situaciones extremadamente críticas de los sistemas HVAC. El punto principal es que se puedan unir las ventajas en salud, de la ventilación natural y la practicidad en manejo e instalación de los sistemas HVAC o de deshumidificación para obtener el confort higrotérmico requerido en las viviendas de Poza Rica, Veracruz para lograr que la experiencia del usuario por confinamiento obligatorio a causa del SARS-CoV-2 sea más agradable, y no afecte su bienestar físico ni psicológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, G., & Maristany, A. (2018). Cambiando los paradigmas: Revisión del concepto de confort higrotérmico desde los 60's hasta la actualidad. *Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 6, 01.23-01.34.
- Asiain Alberich, M. L. (27 de Enero de 2003). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura. *Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Balluerka Lasa, N., Gómez Benito, J., Hidalgo Montesinos, D., Gorostiaga Manterola, A., Espada Sánchez, J. P., Padilla García, J. L., & Santed Germán, M. Á. (2020). *Las consecuencias psicológicas de la covid-19 y el confinamiento*. Servicio de Publicaciones de la Universidad del País Vasco. Recuperado el Junio de 2020, de https://www.ub.edu/web/ub/ca/menu_eines/noticias/docs/Consecuencias_psicologicas_COVID-19.pdf
- Bravo, G. C. (2014). *Temperaturas de confort e implicaciones energéticas en viviendas climatizadas mecánicamente. Estudio en clima cálido y húmedo*. Maracaibo, Venezuela: Instituto de Investigaciones IFAD.



- Bustamante, W., Rozas, Y., Cepeda, R., Encinas, F., & Martínez, P. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago: Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.
- Díaz Torres, Y. (Marzo de 2016). Estado del arte de técnicas activas y pasivas de la climatización sustentable para edificaciones. (U. C. Cuba, Trad.) Cuba.
- Fernández García, F. (1994). Clima y confortabilidad humana. Aspectos metodológicos. *Serie Geográfica* (4), 109-125 .
- Fonseca Díaz, N., Niño Serna, C., & Gutiérrez, M. (Agosto de 2009). Estudio del proceso de acondicionamiento de aire mediante sales desecantes en aplicaciones HVAC/R. *Scientia et Technica Año XV*(42), 69-74.
- Godoy Muñoz, A. (Junio de 2012). El confort Térmico Adaptativo. *Aplicación en la edificación en España*. España: Universidad Politécnica de Catalunya .
- Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez, G., & Pavel, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Palapa*, 45-57. Obtenido de <http://revistasacademicas.uco.mx/index.php/palapa/index>
- Guimarães Mercon, M. (2008). Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo. Análisis térmico de la cubierta ventilada. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Guzmán-Hernández, I. A., Franco, F., & Roset, J. (2019). Metodología de trabajo para estrategias de diseño ecológico en clima cálido húmedo de México. *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*, 8468. doi:<http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8468>
- Hinz, E., Gonzalez, E., De Oteiza, P., & Quiros, C. (1986). Proyecto clima y arquitectura. (U. d. Facultad de Arquitectura, Ed.) Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Sistemas Ambientales.
- Li, S., Wang, Y., Xue, J., Zhao, N., & Zhu, T. (2020). The impact of COVID-19 Epidemic Declaration on Psychological Consequences: A study on Active Weibo Users. *International Journal of Enviromental Research and Public Health* . doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17062032>
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal confort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (49), 736-755. doi:10.1016/j.rser.2015.04.095
- Marincic, I., Ochoa, J. M., & Del Río, J. A. (2012). Confort térmico adaptativo dependiente de la temperatura y la humedad. *Architecture, city and environment*(7), 27-46. Recuperado el 2020
- Mateo Sánchez, L. (Julio de 2015). Análisis de los deshumidificadores con rueda desecante. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.



- Pulcha-Ugarte, R., Pizarro-Lau, M., Gastelo-Acosta, R., & Maguiña-Vargas, C. (2020). ¿Qué lecciones nos dejará el covid-19?: Historia de los nuevos coronavirus. *Rev Soc Peru Medicina Interna*, 68-76. doi:<https://doi.org/10.36393/spmi.v33i2.523>
- Soto, M., Gama, L., & Gómez, M. (2001). Los climas cálido subhúmedos del estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 3(002), 31-40. Universidad Veracruzana.
- Tristancho, M. (2019). Predicción de la demanda energética basada en el confort adaptativo aplicado al sector terciario considerando el cambio climático. Sevilla, España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad de Sevilla.
- Tsutsumi, H., Tanabe, S.-i., Harigaya, J., Iguchi, Y., & Nakamura, G. (2007). Effect of humidity on human comfort and productivity after step changes from warm and humid environment. *Building and Environment*(42), 4034-4042.
- Universidad Politécnica de Catalunya. (17 de Diciembre de 2018). *Sobre el confort y como regula nuestro cerebro la temperatura corporal*. Recuperado el Marzo de 2019, de Previsión Integral: <https://www.prevencionintegral.com/comunidad/blog/upcplus/2018/12/17/sobreconfort-termico-como-regula-nuestro-cerebro-temperatura-corporal>