

## ANÁLISIS DEL CONFORT CLIMÁTICO PARA LA PLANEACIÓN DE SITIOS TURÍSTICOS

**José Manuel Ochoa de la Torre**

Investigador Titular

[jmochoa@arq.uson.mx](mailto:jmochoa@arq.uson.mx)

**Irene Marincic Lovriha**

Investigador Titular

[imarincic@arq.uson.mx](mailto:imarincic@arq.uson.mx)

**María Guadalupe Alpuche Cruz**

Investigador Titular

[mgalpuche@arq.uson.mx](mailto:mgalpuche@arq.uson.mx)

Fray Toribio de Benavente, N° 44, Col Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83250 México

Teléfono + 52 662 260 0753

Departamento de Arquitectura. Universidad de Sonora

Blvd. Luis Encinas y Rosales, Centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México

Teléfono + 52 662 259 2180

Fax + 52 662 259 2179

### Resumen

En el presente artículo se intenta poner de manifiesto la relación que existe entre actividades humanas como en este caso el turismo, y las condiciones climáticas y ambientales de un sitio, haciendo una propuesta metodológica enfocada en las personas que visitarán el sitio y en sus habitantes, con consecuencias en la sostenibilidad y en la viabilidad económica del sitio.

Se analiza la utilización de diferentes índices de confort térmico adecuados para la evaluación de las condiciones climáticas en los sitios turísticos. Se presentan dos estudios de caso representativos de dos de los lugares de mayor afluencia de turismo internacional en México: Los Cabos (San José del Cabo y Cabo San Lucas) ubicados en el estado de Baja California Sur, al noroeste del país, y Cancún, situado en el estado de Quintana Roo al sureste, en la costa del Caribe Mexicano. Además de su afluencia turística, los sitios se seleccionaron por tener climas muy diferentes así como contextos históricos y culturales diversos, a pesar de ser ambos destinos de playa.

### Abstract

This paper analyses the relationship between the human activities, like tourism, and environmental and climatic conditions of a site. A methodology is proposed, focused on the people (tourists and inhabitants), with consequences on the sustainability and economic feasibility of the site.

The usefulness of some comfort indexes for the evaluation of the environmental conditions of a touristic location is analyzed. Two case studies were chosen because of their different climate, historical and cultural context: Los Cabos and Cancun. Another reason was the high affluence of international visitors.

### 1. Introducción

El turismo es una de las industrias de mayor crecimiento en la actualidad en México y el mundo. Su tasa de crecimiento es superior a la de la economía en su conjunto, esto a pesar de amenazas como el terrorismo, desastres naturales, crisis económicas o la inseguridad y la incertidumbre política, ante las cuales se ha demostrado en diversos acontecimientos, que su proceso de recuperación ha sido mucho más ágil que el resto de las actividades económicas (Secretaría de Turismo, 2006).

El impacto del clima sobre el ser humano abarca prácticamente todos los aspectos de su vida, que van desde el tipo de viviendas que construye a la ropa que usa y, a largo plazo, puede incluso determinar su

aspecto físico o su carácter. Entre las actividades influidas por los factores meteorológicos y climáticos están, sin duda, las de carácter económico, aunque, entre éstas, son las desarrolladas generalmente al aire libre, como las actividades turísticas, las que se ven afectadas en mayor grado.

La evaluación de las condiciones de confort térmico de los usuarios de un sitio con vocación turística puede resultar útil para aprovechar el clima como recurso turístico natural y tomar decisiones en el proceso de planeación de los sitios turísticos a diferentes escalas, que van desde la selección de la ubicación geográfica, la planeación urbana, hasta el diseño arquitectónico y del paisaje.

## 2. El confort térmico

La sensación de bienestar térmico de un ser humano está definida, según normas internacionales como la ISO7730:2005 (ISO, 2005) o la ANSI/ASHRAE Standard 55 (ASHRAE,1992), como “el estado de ánimo que expresa satisfacción con el ambiente térmico”. Esta definición hace parecer a la sensación de confort térmico como subjetiva, es decir, como la opinión de un sujeto o persona sobre su sensación de frío o calor. Sin embargo, no sólo es nuestro estado de ánimo el que define si tenemos frío o calor y si estamos o no cómodos con esa situación. Saber si tenemos frío o calor es parte de un proceso cognitivo que integra muchos estímulos influidos por factores físicos, fisiológicos y psicológicos, entre otros.

En términos fisiológicos, la sensación de confort puede definirse como la situación en la que nuestro cuerpo está haciendo el menor esfuerzo para regular su temperatura interna, lo que involucra no sólo nuestro estado de ánimo, sino otros factores como la actividad que estemos realizando, la complejidad física, el sexo, la edad o la vestimenta.

También puede definirse en términos físicos, cuando el intercambio de calor entre el medio ambiente y nuestro cuerpo permite mantener la temperatura interna del cuerpo. Esto implica que en un balance térmico positivo nuestro cuerpo estará ganando energía, por lo tanto tendremos calor, y si el balance es negativo estaremos perdiendo energía, entonces la sensación térmica será de frío.

### 2.1 Factores y parámetros que afectan el confort térmico

La sensación de confort térmico que tiene una persona en un espacio dado está influida por ciertos parámetros que se refieren a los aspectos físicos del lugar. Por un lado tenemos los parámetros ambientales, donde incluyen temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y temperatura radiante. Por otro lado, están las propiedades térmicas y ópticas de los materiales y objetos que componen el sitio.

Estos parámetros nos indican por ejemplo cuanta radiación solar es reflejada por el suelo o una pared, o cuanta es transmitida a través de una sombrilla de playa o la persiana de una habitación, así mismo nos darán información sobre la efectividad de una barrera de árboles para proteger un sitio del viento o si el aislamiento térmico de los muros de un edificio es apropiado.

Los factores fisiológicos, como su nombre lo indica, relacionan la sensación de confort con las características físicas y fisiológicas del sujeto, como género, edad, constitución corporal, actividad física, estado de salud e historial térmico.

También tenemos los factores arquitectónicos, que se refieren a la configuración espacial del sitio. Éstos cubren aspectos como la adaptabilidad del espacio, es decir, en qué medida el sujeto puede modificar los límites del espacio en el que se encuentra y los dispositivos de control de que dispone, como persianas, toldos, ventanas, aberturas, entre otros, que le permitirían hacer más confortable su espacio.

Y por último, los factores cognitivos. Se les ha denominado de esta manera porque nos indican el nivel de conocimiento del usuario sobre el sitio que habita y cómo se ha adaptado a éste. Incluyen el conocimiento del entorno y del clima, su vestimenta y sus expectativas de confort. En la tabla 1 se muestra cómo se relacionan los factores y parámetros descritos (Ochoa, 2009).

**Tabla 1. Factores y parámetros que intervienen en la sensación de confort térmico**

Parámetros de confort		Factores de confort		
Ambientales	Materiales	Fisiológicos	Cognitivos	Arquitectónicos
Temperatura del aire	Reflectividad	Género	Aclimatación	Movilidad del sujeto
Humedad relativa	Absortividad	Edad	Vestimenta	Dimensiones y proporciones del espacio
Velocidad del viento	Transmisividad	Constitución corporal	Expectativas de confort	Dispositivos de control pasivos
Radiación solar	Conductividad Térmica	Actividad	Conocimiento del clima	Dispositivos de control activos
Temperatura radiante	Emisividad	Estado de salud	Conocimiento del entorno	
	Capacitancia	Historial térmico		
		Tiempo de permanencia		

Durante el proceso de planeación y diseño de un sitio turístico es de suma importancia tomar en cuenta todos los factores de confort para plantear las estrategias de diseño, dependiendo por ejemplo del grupo de edad o género al que esté dirigido el proyecto, el tipo de vestimenta que usualmente llevará, si hará actividades deportivas o estará descansando y el tiempo que permanecerá en cada espacio, entre otros. Esto nos permitirá, por ejemplo, definir las especies vegetales y su acomodo en las áreas ajardinadas, el mobiliario para la zona de la piscina e inclusive conceptos de mayor escala como la orientación y el diseño de las ventanas del edificio de un hotel o el trazo general de la urbanización de un desarrollo vacacional. Para el caso de los espacios que cuenten con aire acondicionado, un estudio de confort puede ser útil para programar los termostatos, el horario y época de uso de los equipos con mayor precisión, así como establecer estrategias pasivas. Lo anterior no sólo hace más comfortable la estadía del turista, lo que podría redundar en un mayor tiempo de estancia o en la reincidencia para futuras vacaciones, también podría mejorar los niveles de ocupación en las temporadas bajas; lo que significa ahorros importantes en los costos de operación, al hacer más eficiente el uso de la energía para acondicionamiento ambiental.

## 2.2 Evaluación del confort térmico

La manera más usual de evaluar el confort es mediante los llamados "índices de confort". De acuerdo a la manera como están desarrollados y a los factores y parámetros que toman en cuenta, los índices de confort se pueden clasificar en: cuantitativos, cualitativos e híbridos (Fernández 2003).

Los índices cualitativos se basan en encuestas, donde se le hace preguntas a una muestra representativa de personas sobre su sensación de confort y otros aspectos relacionados, como su vestimenta, sus expectativas o el tiempo que lleva en ese lugar, y sus respuestas se relacionan con mediciones simultáneas de los parámetros ambientales. Los índices cuantitativos son los que utilizan modelos teóricos que calculan el balance térmico de una persona y lo relacionan con sus respuestas fisiológicas a distintas condiciones ambientales, para determinar su sensación de frío o calor. Por último tenemos los índices híbridos, éstos se determinan de manera racional y posteriormente se ajustan con una relación empírica, o el caso inverso. Existe una amplia bibliografía sobre el tema, autores como Víctor Olgyay (1963), Baruch Givoni (1976) o P. O. Fanger (1972), son los pioneros de los índices cuantitativos; muchos trabajos posteriores están fundamentados en alguno de estos tres autores.

## 2.3 Los índices de confort adaptativo

El enfoque más reciente para la evaluación de la sensación de confort se basa en los modelos adaptativos, que parten del principio de que, si las condiciones ambientales, en este caso térmicas, no

son las apropiadas para que los usuarios de un espacio dado estén confortables, estos pueden hacer los cambios necesarios (y de hecho los hacen) para sentirse térmicamente confortables.

Algunos de los cambios que los usuarios pueden realizar, serían incrementar o disminuir la cantidad de ropa, por ejemplo si hace frío ponerse un suéter, o cambiar la actividad física, por ejemplo frotarse las manos. Si el edificio lo permite, también sería posible hacer alguna modificación, como abrir una ventana para ventilar o cerrar una cortina si entra demasiado sol, o bien moverse a una parte del espacio que tenga mejores condiciones.

La mayoría de estos índices relacionan la temperatura ambiente promedio mensual en el exterior ( $T_o$ ) con la temperatura del aire que el usuario desearía tener en el interior de un edificio, a esta última se le llama temperatura de neutralidad ( $T_n$ ). Por lo regular los modelos se obtienen a partir de regresiones lineales de datos medidos, por lo que suelen tener la forma de la ecuación de una recta.

A partir del trabajo de Humphreys (1978) se han publicado multitud de modelos desarrollados para una diversidad de sitios con condiciones climáticas diferentes, quienes apoyan este tipo de modelos afirman que sería necesario hacer un modelo para cada localidad, incluso que se debería tener un modelo para cada grupo socio-económico-cultural. Gómez-Azpeitia et. al. (2007) hacen un amplio análisis y recopilación de estos modelos.

### 3. Evaluación del confort térmico en localidades turísticas

A manera de ejemplo, se evaluarán diferentes casos utilizando índices de confort adaptativos. Los modelos desarrollados son válidos para grupos de personas de una población homogénea y más o menos aclimatada, pero los sitios turísticos tienen visitantes que conforman un grupo humano cambiante y muy diverso social, cultural y económicamente hablando. Sin embargo, como turistas, las personas generalmente no permanecen en el sitio el tiempo suficiente para aclimatarse, además no realizan actividades ni usan la ropa que llevaría la población "normal" del sitio, así mismo sus expectativas de confort son también muy diferentes, en general son más tolerantes.

#### 3.1 Espacios interiores

Dado que no existe un estudio realizado para este tipo de población (turistas) en espacios interiores, se utilizará para los estudios de caso el modelo desarrollado por Humphreys y Nicol (2000) el cual está presentado en la ecuación 1:

$$T_n = 13.5 + 0.54 T_o \quad \text{Ec. 1}$$

Donde,  $T_n$  es la temperatura de neutralidad, es decir la temperatura del aire en el interior del edificio que los usuarios consideran confortable y  $T_o$  la temperatura del aire promedio mensual en el exterior. Para la  $T_n$  existe un rango en el que la temperatura puede fluctuar y se sigue considerando como confortable. Según sus autores, para sujetos no aclimatados (como es el caso de los turistas) el rango es de  $T_n \pm 2$  °C. En personas aclimatadas ese rango puede ampliarse considerablemente.

Este es un modelo de uso generalizado que demostró ser bastante preciso, según las evidencias mostradas por los autores. El modelo citado se seleccionó debido a que se desarrolló a partir de una base de datos muy amplia que abarca más de 21,000 encuestas aplicadas en 160 edificios de diversos tipos y 13 países alrededor del mundo (R. De Dear, 1997).

#### 3.2 Espacios exteriores

Las condiciones de los espacios exteriores requieren un modelo más complejo, que involucre los parámetros ambientales medidos usualmente en las estaciones meteorológicas locales, como son temperatura del aire (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s) y radiación solar ( $W/m^2$ ). Al contrario que en el interior de un edificio, estos parámetros no sólo varían con mayor rapidez, sino que lo

hacen en órdenes de magnitud mayores, por lo mismo, la estimación del confort no se puede hacer con valores medios, sino que se tendrá que hacer con valores horarios.

Para este caso se utilizará el modelo desarrollado por Nikolopoulou et. al. (2004). Este fue desarrollado en el marco de un proyecto europeo, que abarcó 7 ciudades de 5 países (Grecia, Italia, Inglaterra, Suiza y Alemania), con una muestra de 10,000 entrevistas horarias en las diferentes estaciones del año.

En lugar de la  $T_n$  este modelo utiliza lo que los autores llamaron *Actual Sensation Vote (ASV)* que es la sensación de confort basada en una escala de 5 puntos que va de muy frío en -2, a muy caluroso en +2. Las condiciones de confort corresponden a  $ASV = 0$ , sin embargo se considera que entre +0.5 y -0.5 las condiciones son aceptables, y el usuario puede adaptarse con los mecanismos anteriormente descritos.

El modelo se presenta en la ecuación 2:

$$ASV = 0.049 T_{air\_met} + 0.001 Sol\_met - 0.051 V\_met + 0.014 RH\_met - 2.079 \quad (Ec. 2)$$

donde:

$T_{air\_met}$  = temperatura del aire (°C)

$Sol\_met$  = Radiación solar ( $W/m^2$ )

$V\_met$  = Velocidad del viento (m/s)

$RH\_met$  = Humedad relativa (%)

Todos los parámetros se obtienen de mediciones en la estación meteorológica más cercana.

#### 4. Estudios de caso

Como estudios de caso se seleccionaron dos de los centros turísticos más importantes de México, no sólo por su afluencia turística sino por la diversidad de turistas internacionales que los visitan, estos son: Los Cabos (San José del Cabo y Cabo San Lucas) ubicados en el estado de Baja California Sur, al noroeste del país y Cancún, situado en el estado de Quintana Roo al sureste, en la costa del Caribe Mexicano. Sin embargo, a pesar de ser ambos destinos de playa tienen climas muy diferentes: cálido húmedo y cálido seco respectivamente, así como contextos históricos y culturales diversos.

Para cada caso se calcularon las temperaturas de neutralidad ( $T_n$ ) para determinadas temperaturas medias mensuales ( $T_o$ ) a lo largo de un año y) los *Actual Sensation Vote (ASV)* horarios para los solsticios y equinoccios de días promedio. Lo anterior se puede ver en las gráficas de las figuras 1 a 4.

En las figuras 1 y 2 se pueden observar las diferencias entre los climas de los dos casos, en Los Cabos se aprecian marcados contrastes entre la temporada de invierno y verano, así como grandes diferencias entre las máximas y las mínimas, que llegan a ser casi de 20 °C. Esto se debe principalmente a la baja humedad del aire. Por otro lado, la temperatura media queda fuera de la zona de confort, de  $T_n \pm 2$  °C, sobre todo en invierno cuando la temperatura exterior desciende considerablemente, coincidiendo  $T_o$  y  $T_n$  durante el verano.

Por el contrario en Cancún, la diferencia entre las máximas y mínimas rara vez supera los 10°C y las temperaturas en general aparecen más estables a lo largo del año. En cuanto a la  $T_n$ , durante todo el año es superior a la  $T_o$  y salvo en invierno esta última se mantiene dentro de la zona de confort.

En las figuras 3 y 4 se muestran los resultados del cálculo del *Actual Sensation Vote (ASV)* para ambas localidades y se aprecian nuevamente las marcadas diferencias estacionales para Los Cabos con sensaciones en verano y otoño que van de caluroso a muy caluroso durante el día y noches frías o muy frías en invierno y primavera. En Cancún por el contrario la sensación es de ligeramente caluroso a caluroso durante prácticamente todo el año, salvo algunas noches frescas en invierno.

Cabe recordar que el índice ASV considera todos los parámetros climáticos, y los resultados que aquí se presentan corresponden a una persona expuesta al sol, al viento y a la humedad. Si quisiéramos mejorar sus condiciones de confort podríamos intentar reducir la radiación solar ubicando a la persona bajo la sombra de una palapa, aumentando el viento con un ventilador o disminuyéndolo con una barrera de vegetal.

Figura 1. Tn calculada con la To mensual para Los Cabos

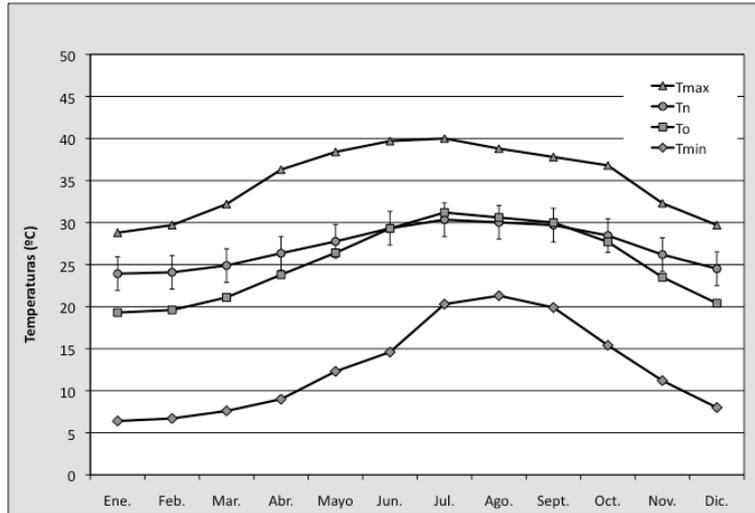


Figura 2. Tn calculada con la To mensual para Cancún

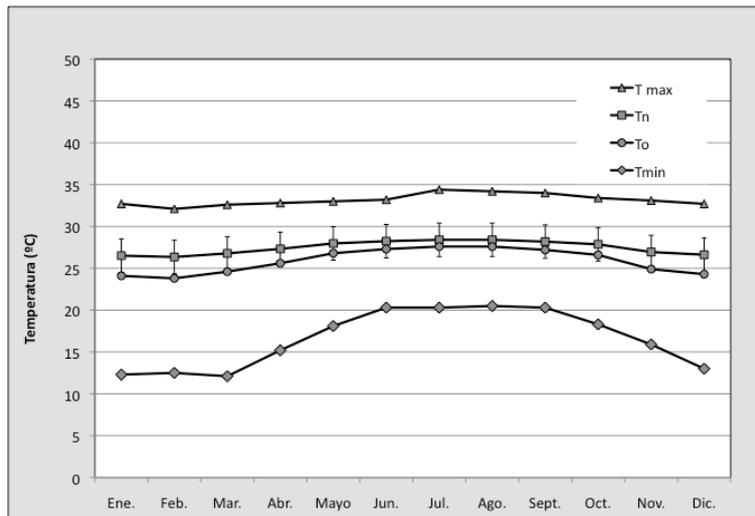


Figura 3. ASV calculado en los solsticios y equinoccios para Los Cabos

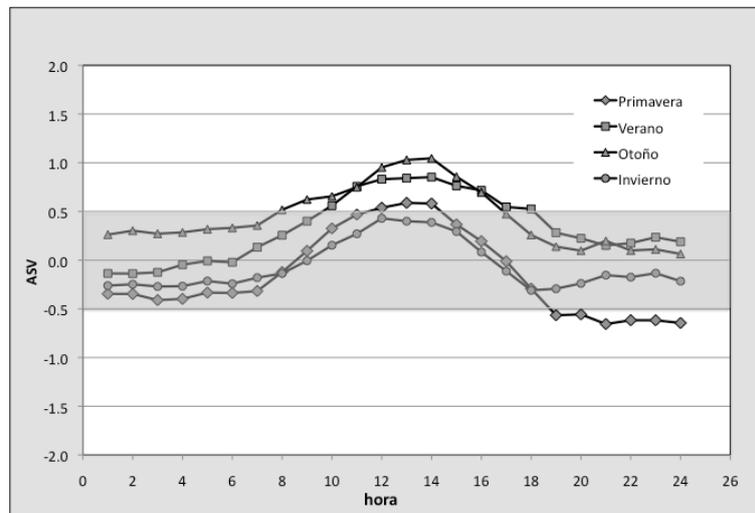
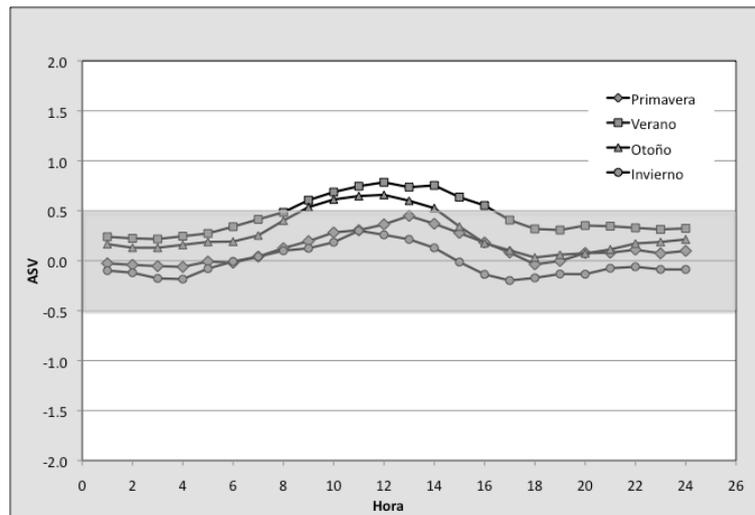


Figura 4. ASV calculado en los solsticios y equinoccios para Cancún



De los resultados anteriores se puede inferir que Cancún es el destino más exitoso de México, no sólo por sus bellezas naturales y arqueológicas o por la opulencia de su infraestructura hotelera, cuenta también con un clima más o menos uniforme durante todo el año, lo que permite la planeación y el diseño de los desarrollos turísticos con mayor facilidad. Las estrategias de diseño podrían ser muy similares tanto para el invierno como para el verano, por otro lado las actividades turísticas se mantienen iguales a lo largo del año.

No es así para Los Cabos, donde la marcadas diferencias entre invierno y verano obligan a los proyectistas a tener estrategias de diseño diferentes para cada época, por ejemplo se pueden observar edificios con necesidad de aire acondicionado y calefacción. En cuanto a los espacios exteriores, las actividades al aire libre se deben planear con más detalle, ya que algunos espacios podrían quedar subutilizados durante ciertas épocas del año, así como algunas actividades estarían restringidas al invierno o la verano.

Lo anterior también redundaría en la eficiencia en el consumo de energía para acondicionamiento ambiental.

## 5. Conclusiones

De la revisión de los diversos estudios sobre confort térmico se puede concluir que la mayoría de estos están encaminados a la población habitual de un lugar, incluso las bases de datos más completas no consideran a la población flotante que representa los turistas.

El estudio detallado del confort ambiental previo y durante la planeación y el proceso proyectual de un desarrollo turístico puede mejorar sensiblemente el grado de satisfacción de los usuarios, esto tendría consecuencias no sólo en la posible prolongación de la estancia o en la reincidencia en futuras vacaciones, también se estaría incidiendo en un diseño más eficiente y por lo tanto más económico, así como en el uso racional de la energía y el costo de operación.

Finalmente, se propone desarrollar un estudio de confort particular para los sitios turísticos mexicanos, que considere tanto las expectativas de los turistas, como la de los trabajadores del sector, ya que por el momento, como se constató en este trabajo, no se cuenta con indicadores específicos, concentrándose no sólo en el turismo de playa, sino abordando las otras modalidades en crecimiento.

## Bibliografía

Ashrae, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers. *ANSI-ASHRAE 55-1992 Thermal environmental conditions for human occupancy*. ASHRAE, Atlanta, 1992.

- De Dear**, R. A. "Global database of thermal comfort field experiments", *ASHRAE transactions*, ASHRAE, Atlanta, 1998, p. 1141-1152.
- Fanger**, P. O. *Thermal Comfort*. McGraw-Hill Book Co., New York, 1972.
- Fernández, A. "Historia de los índices de confort", *Estudios de Arquitectura Bioclimática Anuario 2003*, vol. V, Editorial Limusa. México, 2003.
- Givoni**, B. *Man Climate and Architecture*. Applied Science Publishers, Londres, 1976.
- Gómez-Azpeitia**, G., Bojórquez, G. Ruiz, R. P. "El confort térmico: dos enfoques teóricos", *Palapa*, vol. II, núm. I, enero-junio de 2007, Universidad de Colima, Colima, 2007, p. 45-57.
- Humphreys**, M. A. "Outdoor temperatures and comfort indoors". *Building Research and Practice*, vol. 6, num. 2, 1998. (citado por Aspeitia et.al., 2007).
- Humphreys**, M. A., Nicol, F. J., "Outdoor temperatura and Indoor thermal comfort-raising the precision of the relationship for the 1998 ASHRAE database fiels studies", *ASHRAE Transactions*, 106 (2). ASHRAE, Atlanta, 2000, p. 991-1004.
- ISO, International Organization for Standarization**. *ISO7730:2005(E) International Standard. 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*. International Organization for Standarization, Ginebra, 2005.
- Marincic**, I.; Ochoa, J. M.; Alpuche, M.G. y Gómez-Azpeitia, G. "Adaptive Thermal Comfort in Warm Dry Climate: Economical Dwellings in Mexico". *26th Conference on Passive and Low Energy Architecture PLEA 2009*, Quebec City, 2009 (en prensa).
- Nicol**, J. F., Humphreys, M. A. "Adaptative thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings", *Energy and Buildings*, núm 34 (2002), Elsevier, Ámsterdam, 2002. p. 563-572.
- Nikolopoulou**, M., Lykoudis, S., Kikira, M. "Modelli di confort termico per gli spazi aperti", *Progettare gli spazi aperti nell'ambiente urbano: un approccio bioclimático*, Centre for Renewable Energy Sources – CRES, Department of Buildings, Grecia, 2004, P. 2-8.
- Ochoa**, J.M. y Marincic, I. *Thermal comfort in urban spaces: The case of very warm and dry climate*. International Conference on Passive and low energy cooling for the built environment, PALENC 2005, vol. II, p. 785-789, Santorini, 2005.
- Ochoa**, José M. *Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos*. Erasmus Ediciones, Barcelona, 2009.
- Olgay**, V. *Design with climate: bioclimatic approach to Architectural Regionalism*. Van Nostrand Reihold, New York, 1963.
- Palme**, M., Isalgué, A., Coch, H., Serra, R., Marincic, I., Fanchiotti, A. "Dynamic sensation of comfort in buildings: the temperature changes effects". *AIVC 28<sup>th</sup> Conference and 2<sup>nd</sup> International Conference on Passive and low energy cooling and advance ventilation technologies in the 21<sup>st</sup> Century Palenc 2007*. Creta, Grecia, 27-29 de septiembre del 2007. Editores: M. Santamouris y P. Wouters. Heliotopos Conferences, Creta, 2007 . Vol. II, pp. 746-750.
- Propín**, E. y Á. Sánchez-Crispín "La estructura regional del turismo en México", *Ería*, 59, *Revista de Geografía de la Universidad de Oviedo*, Oviedo, 2002, pp. 386-394.
- Turismo**, Secretaría de. *Visitantes internacionales hacia México, el turismo de internación 2000-2005*. Secretaría de Turismo, Dir. Gral. de Información y Análisis, México, 2006.