

# Análisis microclimático de los espacios abiertos en La Habana Vieja, Cuba

## *Microclimatic analyzes of open spaces in Habana Vieja, Cuba*

**AIDA LÓPEZ CERVANTES**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

**HAYDEE PÉREZ CASTRO**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

**JORGE FLORES GONZÁLEZ**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

**RUBI ELINA RUIZ Y SABIDO**

Universidad Autónoma de Yucatán

**ISABEL MARÍA VALDIVIA FERNÁNDEZ**

Universidad de la Habana

Recibido: 16 de octubre de 2018. Aceptado: 15 de enero de 2019.

### **RESUMEN**

La continua presión demográfica modifica la ocupación del espacio urbano y genera condiciones ambientales de baja calidad. Los patrones actuales de su uso se ven supeditados a las formas económicas, que exigen mayor efectividad en plazos más cortos, lo que lleva a la poca observación de los indicadores de calidad ambiental. Dichas modificaciones en lugares patrimoniales, como es el caso de la Habana Vieja, Cuba, son sometidas a las ordenanzas para la protección del patrimonio, lo que convierte muchos puntos de la calle en museo, con ofertas de atracción, pero con oportunidades de estadía escasas. Esta condición, que impide la permanencia en el lugar, se debe en parte a las características microclimáticas poco favorables. El presente trabajo tiene como objetivo estudiar las condiciones ambientales en escala micro, y está centrado en los indicadores y las variables que se involucran en la eficiencia de los espacios abiertos en el casco histórico de La Habana Vieja, con respecto al clima urbano y la zona de confort térmico. La metodología consistió en análisis cualitativos de la composición local urbana, y cuantitativos de las condiciones térmicas. Los resultados que se muestran corres-

ponden a tres sitios significativos de la red urbana de espacios abiertos, y se basan en un marco conceptual-metodológico que considera el verde urbano como parte de las estrategias para una ciudad sostenible. Esta investigación se realiza como parte de las acciones para el diagnóstico de la zona para el Plan Maestro de la Oficina del Historiador de la Habana Vieja.

*Palabras clave:* calidad ambiental, espacios abiertos, zona de confort térmico, microclima urbano

### **ABSTRACT**

The demographic pressure continuous modifies the occupation of the urban space and generates conditions of low environmental quality. The new patterns of use of open space are being subordinated to the economic forms that require greater effectiveness in shorter terms, which leads to little observation of environmental quality indicators. These modifications, in patrimonial places, as is the case of Old Havana, Cuba, are submitted to the ordinances for the protection of the patrimony, converting many points of the street into space-museum, with great offers

of attraction, but null opportunities of stay. The condition that prevents the permanence in the place is due in part to unfavorable microclimatic conditions. The study focuses on the indicators and variables that are involved in the efficiency of open spaces in the historic center of Old Havana, with respect to the urban microclimate and the thermal comfort zone. The methodology consists of qualitative analysis of the composition of the space, and quantitative of the thermal conditions. The results shown correspond to three significant sites of the urban network of open spaces, based on a conceptual-methodological framework that considers green spaces as part of strategies for a sustainable city. This investigation is carried out as part of the actions for the diagnosis of the area for the Master Plan of the Office of the Historian of Old Havana.

*Key words:* environmental quality, open spaces, thermal comfort zone, urban microclimate

## INTRODUCCIÓN

El espacio urbano ha venido ganando terreno a la par del crecimiento demográfico; en los últimos siglos, y particularmente en las últimas cuatro décadas, la tendencia de la población mundial es hacia la urbanización. Datos oficiales de ONU-Habitat apuntan que, en 1976, en Habitat I, la población mundial urbana ascendía al 37.9%; para Habitat II, en 1996, el informe de población mundial urbana fue del 45.1% del total de la población mundial; para Habitat III, en 2016, la cifra de población mundial urbana alcanzó el 54.5% (ONU, 2016). Este fenómeno es acompañado de las formas hegemónicas de economía mundial, que han impuesto modelos que presionan esos crecimientos y que resultan en el aumento extensivo en las periferias, los incrementos intensivos en los centros de las ciudades, la bipolaridad de las ciudades y los cambios de uso de suelo, con impacto directo en las estructuras sociales.

Ante dicho fenómeno, las Naciones Unidas trabajan para establecer una tendencia a la institucionalización de las formas de ocupación, con

la pretensión de que sean más amigables ambientalmente, e instauró en Hábitat III la Nueva Agenda Urbana, bajo la resolución 66/207, en la que se consideran tres aspectos determinantes: la urbanización como recurso endógeno del desarrollo, los modelos de urbanización con capacidad para enfrentar los retos del cambio climático, y la urbanización como herramienta para la integración y la equidad social. Entre las claves para la Nueva Agenda Urbana se encuentran el diseño y la planeación urbana que establezcan bases para el acceso y el manejo del espacio común, como las calles, las plazas y los parques, de manera inclusiva y sostenible ([www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/)).

En 2015 la ONU estableció diecisiete objetivos para el desarrollo sostenible (DS); el objetivo 11 es el concerniente a ciudades y comunidades sostenibles. En Hábitat III se hizo mayor hincapié en los aspectos que deben observar las ciudades, y particularmente las áreas abiertas, como la accesibilidad, la equidad, la seguridad y el derecho a un espacio común (meta 11.7). Derivado de ello, se considera oportuno la atención a las investigaciones que den cuenta del estado de las ciudades a escala local, por lo que esta investigación se plantea el objetivo de determinar el comportamiento microclimático de espacios abiertos públicos en la zona de La Habana Vieja, Cuba, con la finalidad de identificar la existencia de condiciones, aunque no deseables, para la generación de islas de calor, en correspondencia con los patrones de conformación, morfología, estructura y composición de suelo.

## MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Para el presente análisis se considera que, a pesar de su complejidad, los aspectos de medioambiente, calidad y habitabilidad deben extrapolarse, para su análisis, a escalas perceptibles para los usuarios, debido a que su heterogeneidad es de pocos metros (Martilli, 2010). En ese tenor se hace referencia a los estudios de barrio microurbano, como los han llamado Gómez *et al.*, (2010)

en su trabajo “Parámetros (PS) sostenibles en el planeamiento y diseño ambiental del espacio microurbano”, donde sostiene que los análisis de sitios localizados son factibles. El *Manual sobre lineamientos de sustentabilidad para proyectos en el espacio público del Distrito Federal* (2010) distingue tres escalas de planeación, la “macro”, la “meso” y la “micro”, necesarias para un acercamiento real a las necesidades del proyecto sustentable, ya que, señala, se necesitan criterios de planeación, diseño y actuación, de orden diferenciado según la escala. Para este estudio interesa la escala “micro”, aquella que hace uso de referentes locales y específicos, que permitan el dominio de los “detalles individuales” para dar respuesta al proyecto (Gobierno del Distrito Federal, 2010).

Diversos son los indicadores para la calidad medioambiental, con aspectos que pueden ser estudiados cuantitativamente y cualitativamente, pero, para estudios de confort térmico ambiental específicamente, se coincide de manera general en variables de tipo climático, variables fisiológicas y variables psicológicas, como las estableció Olgyay en su libro *Arquitectura y clima* (1998:14); puede observarse por la naturaleza de este tipo de variables que su estudio puede ser abordado desde ambos enfoques. Por su parte, Serra y Coch (1995:79), para estudiar la calidad ambiental, la dividen en parámetros ambientales de confort y factores de confort del usuario. En el primero se refieren a las variables de tipo físico ambiental como manifestaciones energéticas, y las segundas se refieren a aspectos de las condiciones que influyen en la apreciación del ambiente, por condiciones biológico-psicológicas y sociológicas. Otro concepto corresponde a lo dicho por Lara (2011), quien expuso que el estudio del bienestar térmico debe estudiar dos componentes, uno subjetivo y otro objetivo, que consisten en “Recoger el grado de satisfacción de los ocupantes de los edificios o locales de trabajo, integrándolo en los métodos usados de evaluación. Y utilizar una metodología que incluya la magnitud de la temperatura operativa y las variables vinculadas a esta”. Sobre la base de lo anterior, para el estudio se sostiene que la aten-

ción a los aspectos del diseño térmico ambiental en espacios abiertos debe dar como resultado la cohesión social y la utilización eficiente, y hacer de estos, lugares donde se desarrolle la vida de las comunidades, que actúen como modificadores de las estructuras y sean al mismo tiempo construidos por los mismos grupos sociales. Numerosos son los estudios de orden antropológico, geográfico y psicológico del uso de espacio público, y la configuración que se teje en él de las formas sociales y de reconocimiento de los propios grupos. E. T. Hall (1966), en su libro *La dimensión oculta*, hace una distinción entre las propiedades que definen las relaciones sociales. Él distingue entre los niveles de proximidad que el diseño del sitio permite o impide. Así, divide entre el espacio personal, social y cultural, y sostiene que la proxémica que se vive y percibe depende de cada individuo, al mismo tiempo que forja esas distancias de relación. La ciudad, en la aceptación de esta proxémica y la supeditación parcial de su composición y disposición físico espacial, se define y se entiende a partir de las interrelaciones de los procesos que en ella se dan. En paralelo a este fenómeno, se teje una urdimbre de relaciones que, en palabras de Edgar Morin, es compleja, no lineal y embuclada (Morin, 2003). Morin explica la interdefinibilidad que se da en el espacio a partir de tres principios: el *Principio dialógico*, en el cual dos entidades complementarias suelen ser concurrentes y antagonistas al mismo tiempo; el *Principio de recursividad*, que es la utilización no solo de la interacción que se da en el lugar, sino también de la retroacción; es decir, los procesos en circuito en que se suceden los efectos, y el *Principio hologramático*, considerado como aquel que organiza y constituye todas las partes. De ahí que, para su diseño, sea tan importante propiciar la interacción social, que conduce al reconocimiento como grupo, a los intercambios y a la configuración de formas sociales; esta última es apremiante, como refiere Trujillo (2010), quien enfatiza que, en esta época de individualización, de creciente urbanización y de relaciones virtuales, los espacios públicos urbanos resultan un hilo conductor de las, cada

vez menos, relaciones sociales, y las hace determinantes. Este autor señala, al respecto, que “Al parecer el futuro de una humanidad urbanizada no resulta viable sin los espacios apropiados para las manifestaciones personales y sociales de los habitantes de las ciudades” (Trujillo, 2010).

Algunos otros conceptos teóricos importantes para esta investigación, corresponden a los parámetros ambientales de confort que se definen como “manifestaciones energéticas, que expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes” (Serra, 1995:79). Interviene también en el concepto el confort del usuario, que es de carácter subjetivo, ya que, aunque hace referencia a condiciones del ambiente, tiene su principal peso en la apreciación que un usuario del lugar tiene sobre el ambiente.

Los parámetros que intervienen en la percepción del usuario, citados por Serra y Coch (1995), son de tipo acústico, visuales, climáticos; es decir, la percepción del ambiente tiene un carácter endógeno y otro exógeno.

Un concepto más a considerar es la zona de confort, que ha sido estudiada por numerosos investigadores. En las evaluaciones actuales no se sigue exclusivamente una forma de evaluación, pues generalmente esta debe referirse o adaptarse con la mayor precisión posible a la zona que pretende estudiarse. Entre las definiciones con mayor manejo se encuentra la que establece Víctor Olgyay, quien la definió de la siguiente forma,

...el límite superior de temperatura que puede resistir el hombre se da en el punto de insolación debido a la radiación solar y que el límite mínimo es el punto de congelación. La temperatura ideal del aire debe encontrarse entonces a la mitad del camino entre estos dos extremos (Olgyay 1998, p. 17).

Define también la temperatura efectiva ( $T_e$ ) en la que intervienen la temperatura del aire, la humedad, el viento, y con un peso importante la aclimatación. Este último factor incluye condiciones como la edad, el sexo, la actividad, el tipo de ropa ( $Clo$ ). Olgyay refiere algunos datos

de investigadores que proponen límites para la zona de confort (tabla 1). Para estudiar el confort, Olgyay propuso una carta bioclimática que consiste en un instrumento gráfico que se utiliza para exteriores. Fue realizada para una localidad de EEUU, pero puede ser adaptada a latitudes inferiores; este instrumento sirve para graficar las temperaturas y humedades relativas registradas, y determinar si las condiciones se encuentran en la zona de confort. De igual forma, sigue vigente para los estudios alrededor del mundo.

## MARCO REFERENCIAL

Algunas investigaciones que pueden mencionarse como relacionadas con la que ahora se presenta son la de E. Higuera (1998), quien hizo un estudio para España, en el que propuso el uso de la carta bioclimática de Olgyay, y los resultados que obtuvo permitieron hacer sugerencias para la ordenanza medioambiental en ese lugar. A. López (2001) realizó un estudio sobre los índices térmicos de espacios abiertos en la ciudad de Mérida. Dicho estudio sostiene que los factores que influyen en el bienestar térmico son consecuencia del intercambio térmico entre el hombre y el medio. Considera los intercambios, sea por pérdidas, sea por ganancias de calor del cuerpo con el medioambiente, como generadores de un estado de confort, que permitirían el uso más prolongado de este. Analiza la diferencia que hay entre la temperatura de la piel y la temperatura media radiante como una variable dependiente para alcanzar la zona de bienestar térmico. El instrumento utilizado para determinar la zona de confort térmico fue la carta bioclimática de Olgyay, que, adaptada, estableció los rangos para el confort de 22° C a 29° C de temperatura del aire y de 20% a 75% de humedad relativa.

Estos estudios previos han permitido establecer la metodología que ha de seguirse para el análisis microclimático de los espacios abiertos en La Habana Vieja.

## SITUACIÓN DE LA HABANA VIEJA

**TABLA 1.** Límites de temperatura para la zona de confort definidos por diversos investigadores

INVESTIGADOR	ZONA DE CONFORT	LIMITES DE HUMEDAD	TEMPERATURA IDEAL	OBSERVACIONES
Vernon y Bedford del departamento británico de investigaciones científicas	13 a 23°C	---	19°C en verano 17°C en invierno	Con poco movimiento del aire, menos de 0.25 m/s
Estándar Alemán	---	---	20.8°C	50% de HR
S. F. Markham	15.6 – 24.4°C	40 - 70%HR	---	Al medio día
C.E.P. Brooks	14 – 21°C	---	---	Británica
EEUU	20.56 -26.7°C	---	---	Templado EEUU
Trópicos	23.3 – 26.7°C	30 – 70% HR	---	---
B. Givoni	21 – 26°C	5 – 17 mm hg	---	Bienestar óptimo Límite máximo permisible
ASHRAE	22.2 – 26.6°C	4 mm hg*	---	Bienestar óptimo
Yaglou-Drinker	18.8 – 23.8°C	30 – 70%	---	EEUU Verano
Koenigsberger	22 – 27°C	30 – 70%	---	Trópico
C.E.P. Brooks	23.3 – 29.4°C	20 – 70%	---	Trópico
E. González	22°C 29°C 26°C	27 – 75% 20 – 40% 20% - 17 mm hg	---	Límite inferior Límite superior Lím. max. presión vapor
UNE-EN-ISO-7730	20 – 24°C	50%	---	Invierno 1clo, vto. <0.15 m/s
	23 – 26°C	50%	---	Verano 0.5%, vto. <0.25 m/s

\*mm hg milímetros de mercurio: presión de vapor

Fuente: Elaboración propia (octubre de 2018).

Entre los aspectos que se observan como condición específica de La Habana Vieja está la restricción que se tiene como valor patrimonial bajo la normatividad local sobre su intervención. Además, al ser un casco histórico, la estructura de origen estuvo supeditada a presiones de carácter disímil de las actuales y de sus modificaciones y adecuaciones temporales; por lo tanto, no ha sido planificada bajo valores y consideraciones ambientales actuales. Sin embargo, hoy en día, es una situación que debe ser atendida como actuación responsable ante los compromisos adoptados por Cuba de cara al cambio climático.

Al ser una zona intervenida, primero por su valor patrimonial, y segundo por la atención y la prestación de servicios turísticos, se ha soslayado la atención particular a los parámetros ambientales de confort que beneficiarían en todo caso

a locales y a visitantes. Entre los aspectos que resaltan se encuentran particularmente la materialidad y las condicionantes ambientales. La materialidad de sus espacios abiertos provoca flujos energéticos que se manifiestan en estrés térmico y falta de suelo permeable que altera los ciclos hídricos, lo que impide la filtración al subsuelo y recarga de mantos freáticos; esa misma impermeabilidad del suelo modifica las escorrentías, provoca encharcamientos que hacen la zona poco transitable ante precipitaciones. En lo referente a los acabados en piso, este no presenta zonas que funcionen como disipadoras del calor o sumideros ambientales. Por la inercia térmica de “los materiales tanto de la pavimentación como del conjunto construido tienen una gran capacidad de acumulación del calor que, por ende, se cede al aire con desfase en el tiempo” (Her-

nández *et al.*, 2007, p. 61), lo que resulta en una deficiente disipación del calor en los horarios de emisividad, los cuales, dicho sea de paso, presentan actividad turística también, lo que provoca calentamiento de la atmosfera urbana con efectos directos en la generación de islas de calor. Los espacios existentes presentan carencia de arborización, lo que impide el enfriamiento por evaporación; la falta de vegetación aumenta los flujos de energía radiante, lo que intensifica el calor; la radiación pasa directa desde la bóveda celeste, y es aumentada por la reflexión de las edificaciones; la falta de cubiertas vegetales no permite la disipación, absorción y filtración de agentes contaminantes en el aire. La estructura morfológica se considera una condicionante del lugar ya que su materialidad influye directamente en los flujos energéticos (figuras 1a, 1b, 1c).

**FIGURA 1A.** Plaza de Armas. Materialidad y disposición del espacio.



Fuente: Elaboración propia (marzo de 2018).

**FIGURA 1B.** Plaza Vieja. Materialidad y disposición del espacio.



Fuente: Elaboración propia (marzo de 2018).

**FIGURA 1C.** Parque de Cristo. Materialidad y disposición del espacio.



Fuente: Elaboración propia (marzo de 2018).

Otros aspectos que impactan ambientalmente son la generación y el manejo de residuos sólidos y sanitarios urbanos que provocan la proliferación de fauna nociva y la polución del aire, la contaminación del subsuelo, de los mantos freáticos y los cuerpos de agua, incluida la energía que se requiere para su tratamiento y el resarcimiento de impacto negativo, además de la transferencia de costos ambientales a otras zonas aledañas o lejanas.

El problema que se atiende corresponde a las condiciones que pueden impedir el uso eficiente del espacio público exterior en el municipio de La Habana Vieja en Cuba por la falta de confort ambiental. Estos suelen ser ineficientes, resultado de la vertiginosidad y presión de crecimiento y adaptaciones *ipso facto*, además que resultan poco rentables para los gobiernos, ya que representan gastos excesivos en mantenimiento y en facturas por consumo energético. Cabe considerar que el radio de acción de la problemática ambiental va más allá de los propios límites de la zona urbana o del área de estudio, lo que se suma a la proyección del crecimiento de la carga turística en los próximos años por la ampliación del puerto turístico en el malecón habanero. Las presiones ambientales a que se ven sometidos los espacios urbanos en crecimiento generan la llamada transferencia de costos ambientales, que puede darse en el mismo lugar, a diferente tiempo; en diferente lugar, al mismo tiempo, y en diferente tiempo y en diferente lugar.

En cualquier caso, el escenario es nada alentador, pues queda claro que toda acción que implica una alteración ambiental, genera en muchos casos, una reacción no perceptible por la población que explota y ocupa el servicio ambiental. Higuera (1998) las llama “usos urbanos indirectos”, y enumera entre ellos los embalses, los vertederos, las actividades extractivas. Otros más son la extracción y contaminación y agotamiento de los cuerpos hídricos, de los que depende la agricultura de comunidades rurales, la deforestación, la degradación del suelo y las afectaciones a la flora y la fauna silvestre, por la construcción de carreteras y la ampliación hacia la ciudad. En

su estudio sobre bioclimatismo ambiental, cita el crecimiento cronológico de estos usos indirectos en Madrid con un crecimiento entre 1968 y 1980 del 10% al 23% de ocupación de suelo para tales propósitos, además del crecimiento en el consumo energético diario por persona; evidencia la insostenibilidad urbana donde se consumen cantidades masivas de recursos no renovables y se generan cantidades enormes de residuos que no se reciclan.

Al respecto de la problemática del confort ambiental, el espacio público exterior en un clima cálido suele llevar al estrés térmico, al gasto mayor por refrigeración, al consumo mayor de agua, a la fácil reproducción de fauna nociva por manejo de residuos, y a presentar en el entorno urbano las islas de calor que impactan negativamente. Serra y Coch (1995) ya hacen referencia explícita a la necesidad de incluir los parámetros de confort ambiental como parte programática de la Arquitectura, para seguir con la validez histórica el quehacer arquitectónico, y que sea capaz de considerar los costes ambientales y gastos energéticos, haciendo un uso razonable de los recursos y energías naturales.

## METODOLOGÍA

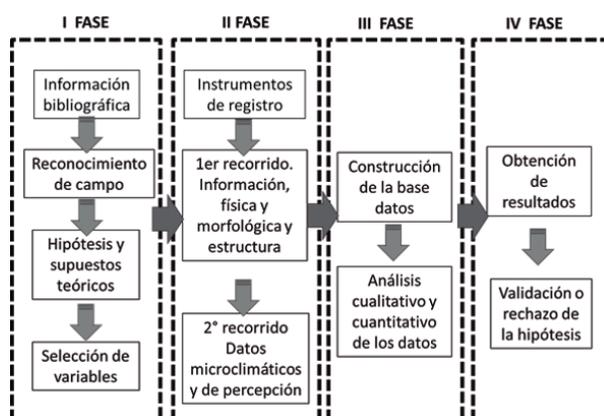
De los referentes presentados y analizados, se construyó la metodología y se seleccionaron los indicadores y variables que dieron cuenta de las condiciones microclimáticas y su impacto en la zona de confort térmico en los espacios abiertos de La Habana Vieja.

Los datos de entorno urbano se analizaron de manera descriptiva, en tanto para los datos de temperatura ambiente y confort térmico fue de manera cuantitativa, a partir de levantamientos, construcción de gráficos y cálculo.

El estudio se dividió en cuatro fases (figura 2). La primera, con cuatro pasos, consistió en conocimiento bibliográfico del sitio de estudio, reconocimiento de campo que permitió construir la hipótesis, observación de las condiciones *a priori* para establecer las hipótesis de estudio y los

referentes teóricos conducentes, selección del objeto de estudio y selección de variables para el acercamiento al objeto de estudio. La segunda fase constó de tres pasos, con la particularidad de permitir su repetición hasta completar la información pertinente; consistió en la elaboración de los instrumentos de registro, un primer recorrido de campo para registrar y levantar información física, morfológica y estructural, y un segundo recorrido para el registro de datos microclimáticos y de percepción. La tercera fase fue el procesamiento de la información, la elaboración de las bases de datos y el análisis cualitativo y cuantitativo de las diferentes variables; en la cuarta fase se obtuvieron los resultados, que permitieron plantear nuevas líneas de investigación.

**FIGURA 2.** Fases planteadas para la investigación.



Fuente: Elaboración propia (febrero de 2018).

El análisis cualitativo de los resultados del comportamiento térmico microurbano se realizó como lo plantea Higuera (1998), en relación con la estructura urbana y la morfología, así como los efectos sobre el viento localizado.

Los instrumentos de medición, en respuesta al uso propio del espacio, se colocaron a 1.30 m de altura sobre el nivel del piso y protegidos del sol. Se utilizaron termohigrómetros con sensor electrónico, rango de temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ , rango de humedad de 5 a 95%; termómetro infrarrojo digital, rango de temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $350^{\circ}\text{C}$ ; termoanemómetro de aletas rango de 0.30 m/s a 45 m/s.

El desarrollo de la investigación, el planteamiento metodológico y la hipótesis condujeron a la construcción de instrumentos de campo, que se dividieron en:

*Instrumento del entorno urbano*, el cual se aplicó en quince puntos de análisis sugeridos por el Plan Maestro de la Oficina del Historiador de la Habana Vieja. Este instrumento se utilizó para reconocer la zona de estudio, a través de un registro de información y un análisis cualitativo, lo que llevó a discernir los sitios de estudio específicos posteriores.

*Instrumento del comportamiento térmico*. Este se aplicó en tres puntos específicos significativos, derivados de los recorridos de reconocimiento y la aplicación de los instrumentos del entorno urbano. En él se registraron temperatura del aire, humedad relativa, temperatura radiante, condición de asoleamiento, materialidad, color, sombreadamiento. También otros datos que determinan las condiciones para el confort y la percepción, como la radiación, la nubosidad y el viento.

El análisis de este instrumento se realizó de forma cuantitativa a partir del cálculo estadístico de comportamientos medios de los espacios y correlaciones cualitativas con la información del entorno urbano.

## RESULTADOS

Una vez aplicados los instrumentos del entorno urbano, se identificaron cinco espacios públicos abiertos significativos, de los cuales tres fueron seleccionados para aplicar el instrumento de comportamiento térmico. Los lugares seleccionados fueron Plaza de Armas, Plaza Vieja y Parque de Cristo, como resultado de la concurrencia y diseño de estos (figura 3). Las tres plazas soportan una carga de visitantes extranjeros y locales importante; cada uno presenta diseños diferentes, el primero con un porcentaje de cubierta vegetal y arborización mayor en comparación con las otras dos plazas (70%-30%). El segundo no cuenta con elementos vegetales, y el tercero cuenta con un aparente equilibrio de cubiertas y

superficies vegetales con superficies pétreas no permeables (50%-50%).

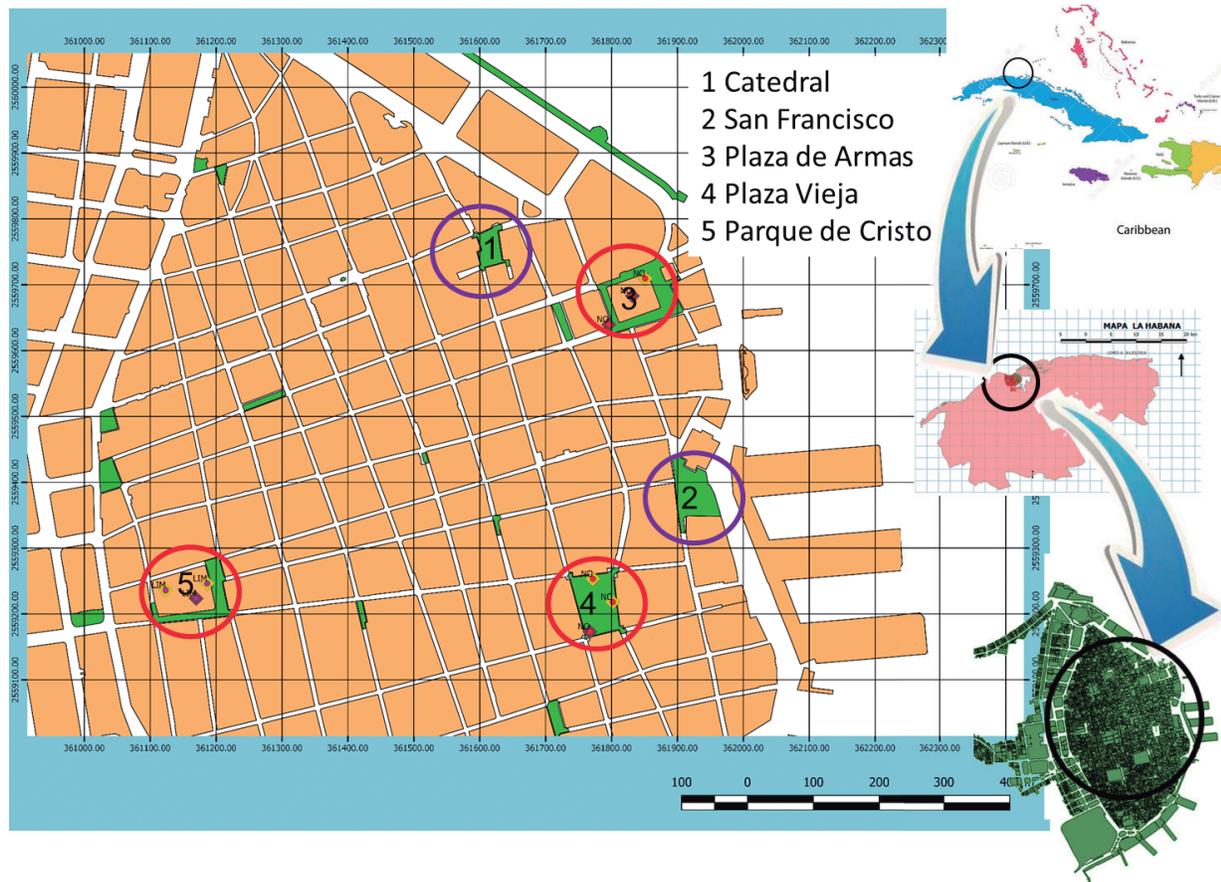
Se presentan los resultados correspondientes al comportamiento térmico de los tres sitios localizados en la Habana Vieja, en los que la hipótesis inicial establece que de manera global los espacios abiertos que cuentan con mayor cubierta vegetal y arborización tendrán un comportamiento térmico en mayor número de ocasiones dentro de la zona de confort. La comprobación de esta hipótesis se realizó de manera gráfica sobre la carta bioclimática de Olgyay.

### PLAZA DE ARMAS

Plaza con áreas arboladas, compuesta por superficies pétreas, cerámicas y de madera, así como zonas de cubierta vegetal. Consta de una planta cuadrangular con ejes compositivos NO-SE y

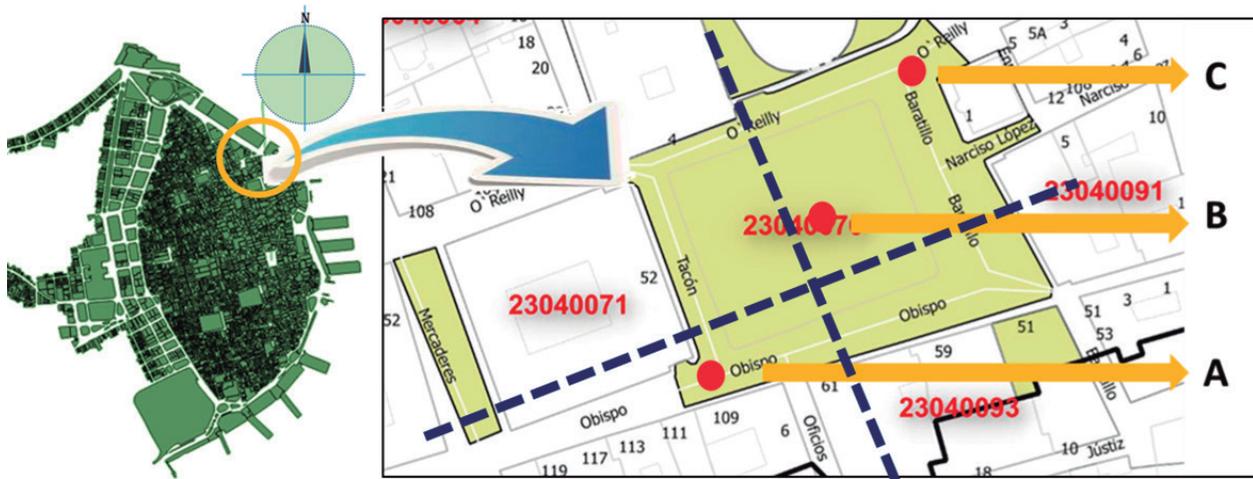
NE-SO, lo que permite la generación de corrientes de viento provenientes del malecón en sus corredores SE sobre la calle O'Reilly. Los tres puntos donde se realizaron los registros corresponden a la esquina suroeste, el centro y la esquina noreste (figura 4). El primer punto, A, es significativo, debido a que es la entrada desde el Capitolio hacia el malecón, por lo que tiene una gran afluencia de ciudadanos, habitantes de la zona y turistas. En este punto se juntan diversos servicios gastronómicos, académicos, históricos y culturales. El punto B corresponde a la parte central de la plaza; en ella se encuentra uno de los principales monumentos dedicado a Carlos Manuel de Céspedes, y marca el inicio de muchos de los recorridos turísticos provenientes del malecón. El tercero, designado como el punto C, tiene un peso específico en el uso de propios y

FIGURA 3. Espacios abiertos principales en La Habana Vieja



Fuente: Elaboración propia, para el proyecto Índices térmicos de las estructuras morfológicas de los asentamientos, como indicadores de vulnerabilidad ambiental con base en el Plan Maestro de la Habana Vieja (junio de 2018).

FIGURA 4. Plaza de Armas. Puntos de medición.



Fuente: Elaboración propia basada en el Plan Maestro de la Habana Vieja (marzo de 2018).

visitantes del espacio, ya que convergen la entrada desde el malecón, la parada de transporte público, así como el centro de visitantes.

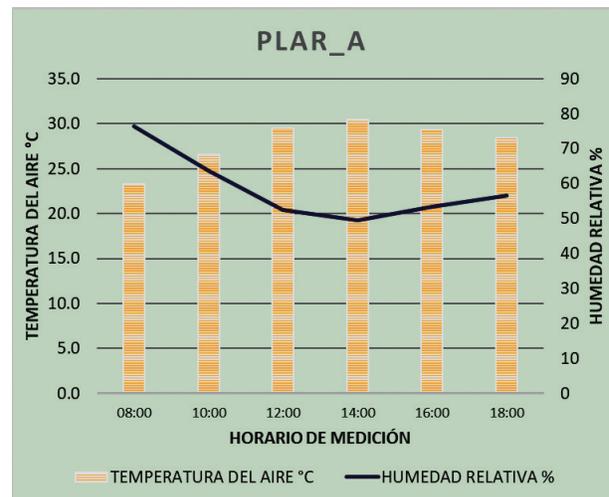
En Plaza de Armas, en el punto A (PLAR\_A), se registraron temperaturas y humedades relativas en condiciones de sombra generada por los árboles del propio espacio. La máxima temperatura fue de 30.5° C en el periodo de 14:00 a 16:00 h, que coincidió con la humedad relativa más baja, del 50%; la temperatura mínima, de 23.3° C, con una humedad relativa máxima del 76%, fue las 8 h (figura 5).

El punto B (PLAR\_B) tuvo momentos de sombra y momentos de sol. La máxima temperatura fue de 31.7° C en el periodo de 12:00 a 14:00 h, que coincidió con la mínima humedad relativa de 54%, la temperatura mínima de 23.3° C con una humedad relativa máxima de 58%, se presentó a las 8 h (figura 6).

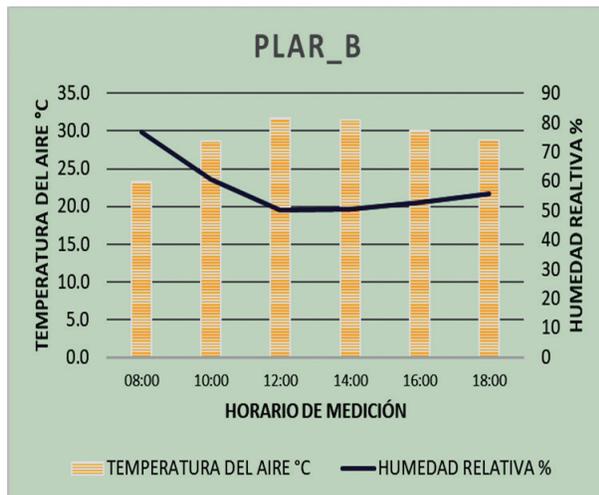
El punto C (PLAR\_C) se encontró en condiciones de asoleamiento a partir de las 10:00 h aproximadamente, y en sombra nuevamente en los últimos registros de la tarde. La máxima temperatura fue de 31.1° C en el periodo de 12:00 a 14:00 h, que coincidió con la mínima humedad relativa, de 52%; la temperatura mínima, de 23.9° C y humedad relativa máxima de 76%, se dio a las 8 h (figura 7).

Las humedades relativas más altas se registraron en los puntos A y C, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra. Las temperaturas más bajas se registraron en A y B, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra.

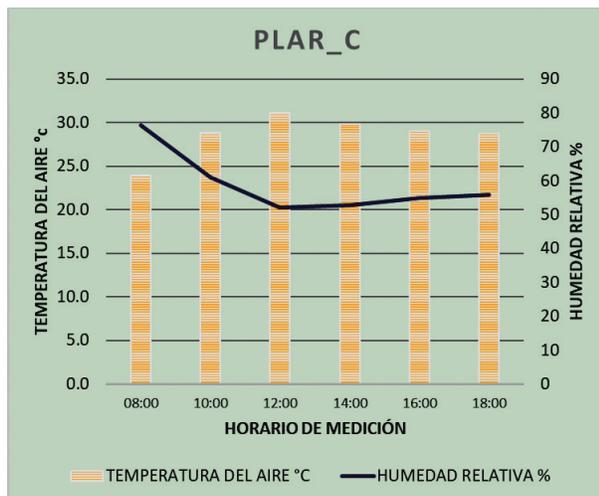
FIGURA 5. Comportamiento térmico Plaza de Armas PLAR\_A.



Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

**FIGURA 6.** Comportamiento térmico Plaza de Armas, PLAR\_B.

Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

**FIGURA 7.** Comportamiento térmico Plaza de Armas, PLAR\_C.

Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

### PLAZA VIEJA

La composición de la Plaza Vieja es casi un trapecioide, con orientación de sus ejes principales de composición N-S y E-O. Actualmente la plaza consta al centro de una fuente que ha sido modificada en diferentes momentos históricos. Toda la plaza se compone de cubierta no permeable pétrea y cerámica. Algunas variantes en su superficie son los diseños geométricos y el color del material que va del gris carbón al gris claro.

La selección de los puntos se basó en el nivel de ocupación observado, ya que los tres puntos son utilizados para servicios gastronómicos con mesas expuestas a la intemperie y el asoleamiento que estas reciben. Los tres puntos donde se realizaron los registros corresponden al ala norte, el ala este y la esquina suroeste (figura 8). El punto A, en la parte norte de la plaza, forma un corredor que viene del famoso espacio de la Bodeguita del medio y conduce al edificio que alberga la cámara oscura. El punto B se localiza en la parte este de la plaza y forma el corredor de planetario, la cámara oscura y centros gastronómicos. El punto C en la esquina suroeste es un punto de tránsito peatonal importante, con diversos sitios gastronómicos.

En Plaza Vieja, en el punto A (PLVI\_A), se registraron básicamente temperaturas y humedades en condiciones de asoleamiento. La máxima temperatura fue de 30.3° C en el periodo de 12:00 a 14:00 h, que coincidió con la humedad relativa más baja, del 50%; la temperatura mínima, de 23.4° C con una humedad relativa máxima de 77%, fue a las 8 h (figura 9).

En el punto B (PLVI\_B) hubo momentos de sombra y momentos de sol generados por los edificios circundantes. La máxima temperatura fue de 31.4° C en el periodo de 14:00 a 16:00 h, que coincidió con la mínima humedad relativa, de 47%; la temperatura mínima de 23.9° C con una humedad relativa máxima de 76% se presentó a las 8 h (figura 10).

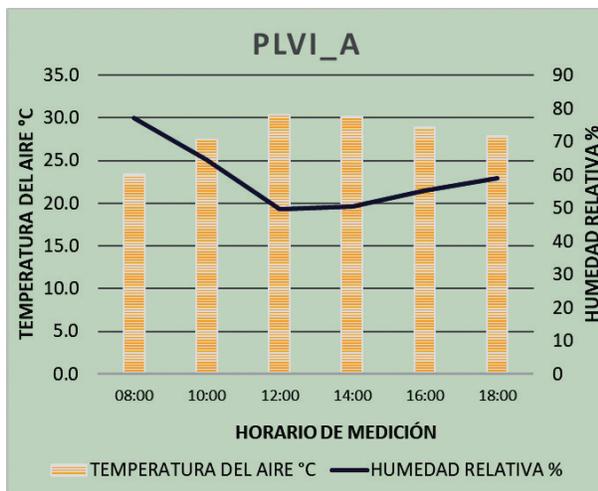
El punto C (PLVI\_C) se encontró en condiciones de asoleamiento a partir de las 10:00 h aproximadamente, y en sombra nuevamente en los últimos registros. La máxima temperatura fue de 31.5° C en el periodo de 14:00 a 16:00 h, que coincidió con la mínima humedad relativa de 49%; la temperatura mínima de 23.9° C, con una humedad relativa máxima de 75%, se dio a las 8 h (figura 11).

**FIGURA 8.** Plaza Vieja. Puntos de medición.



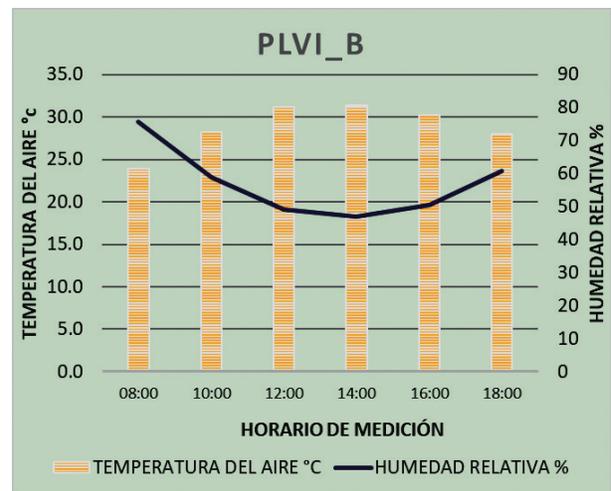
Fuente: Elaboración propia basada en el Plan Maestro de la Habana Vieja (marzo de 2018).

**FIGURA 9.** Comportamiento térmico Plaza Vieja, PLVI\_A.



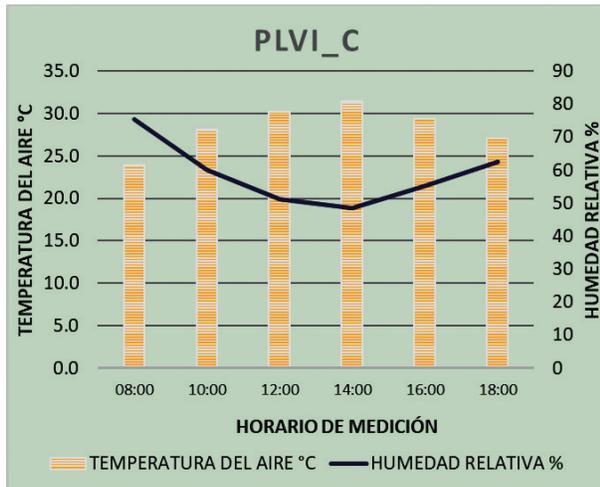
Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

**FIGURA 10.** Comportamiento térmico Plaza Vieja, PLVI\_B.



Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

**FIGURA 11.** Comportamiento térmico Plaza Vieja, PLVI\_C.



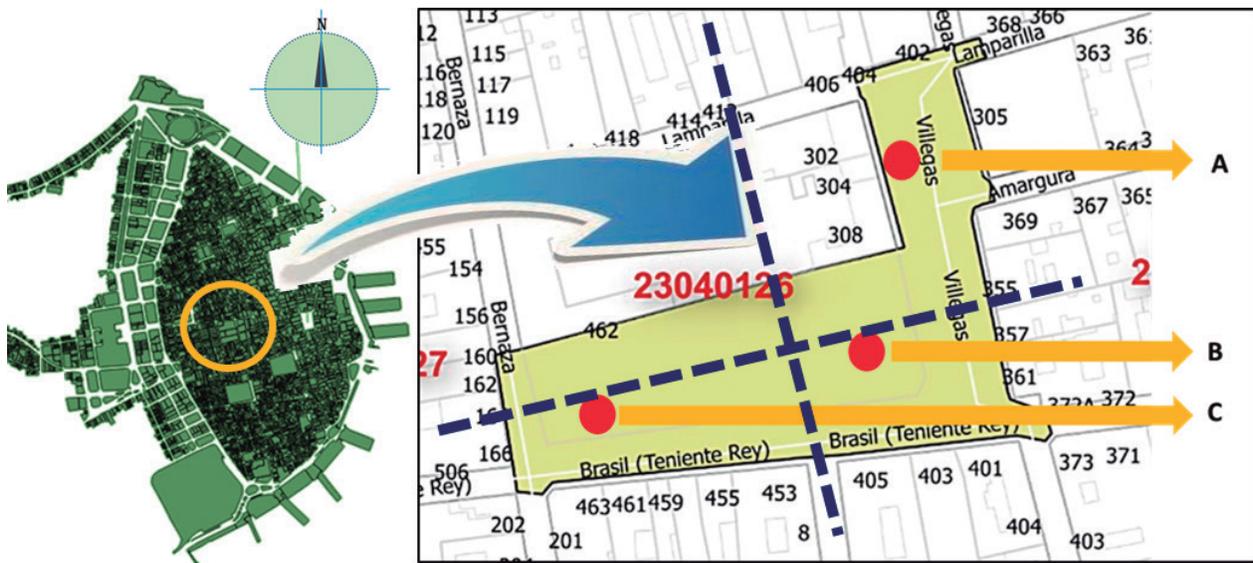
Fuente: Elaboración propia (mayo de 2018).

Las humedades relativas más altas se registraron en el punto A, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra generadas por las edificaciones circundantes. Las temperaturas más bajas se registraron en A, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra.

**PARQUE DE CRISTO**

Este parque es altamente concurrido por los servicios que presta de conectividad, y pueden verse en cualquier horario habitantes de la zona, prestadores de servicio y visitantes nacionales y extranjeros. Su composición material es mixta; comprende cubiertas permeables, vegetales y cubiertas cerámicas. El diseño permite la diversificación de actividades y cumple como un elemento de cohesión de las actividades sociales. Da servicio además a un corredor comercial, que marca el inicio del paseo en La Habana Vieja, presta acceso a la iglesia católica y al vestíbulo de un centro escolar. Su concurrencia, diseño, arborización y materialidad le dan la significancia necesaria para ser uno de los sitios de medición. Los tres puntos donde se realizaron los registros se localizan en el ala este, en el centro y en el ala oeste (figura 12). El punto A se localiza en el área este, corresponde a la entrada desde la Habana Vieja y se compone de material cerámico no permeable en color gris carbón. El punto B se localiza al centro de la zona arbolada, sobre cubierta cerámica no permeable color gris claro y en correspondencia con el eje de acceso lateral a la iglesia. El punto C se encuentra en la plazoleta oeste, que forma el atrio de la escuela; se compo-

**FIGURA 12.** Parque de Cristo. Puntos de medición.



Fuente: Elaboración propia basada en el Plan Maestro de la Habana Vieja (marzo de 2018).

ne de material cerámico no permeable gris claro y carece de vegetación.

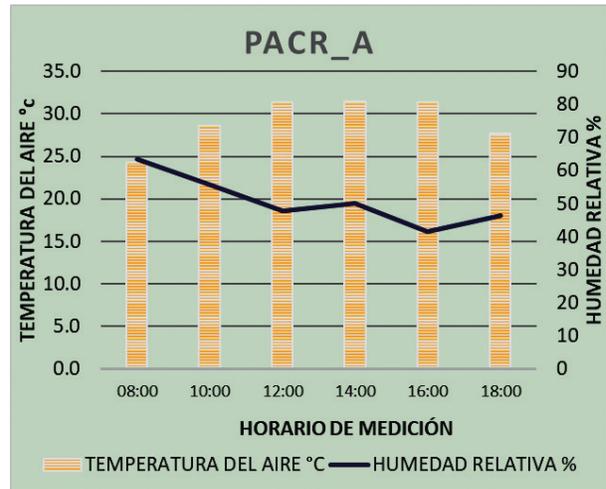
Básicamente, en Parque de Cristo, en el punto A (PACR\_A), se registraron temperaturas y humedades en condiciones de asoleamiento. La máxima temperatura fue de 31.4° C en el periodo de 12:00 a 14:00 h, que coincidió con la humedad relativa más baja, del 48%; la temperatura mínima de 24.3° C, con una humedad relativa máxima de 64%, fue a las 8 h (figura 13).

El punto B (PACR\_B) tuvo en su mayoría momentos de sombra. La máxima temperatura fue de 31.0° C en el periodo de 14:00 a 16:00 h, en tanto que la mínima humedad relativa se presentó en el período de 12:00 a 14:00 h, con un registro de 48%; la temperatura mínima de 24° C, con una humedad relativa máxima de 63%, se presentó a las 8 h (figura 14).

El punto C (PACR\_C) se encontró en condiciones de asoleamiento a partir de las 10:00 h, aproximadamente. La máxima temperatura fue de 30.9 ° C en el periodo de 12:00 a 14:00 h, que coincidió con la mínima humedad relativa, de 47%; la temperatura mínima, de 24.3° C con una humedad relativa máxima de 63%, se dio a las 8 h (figura 15).

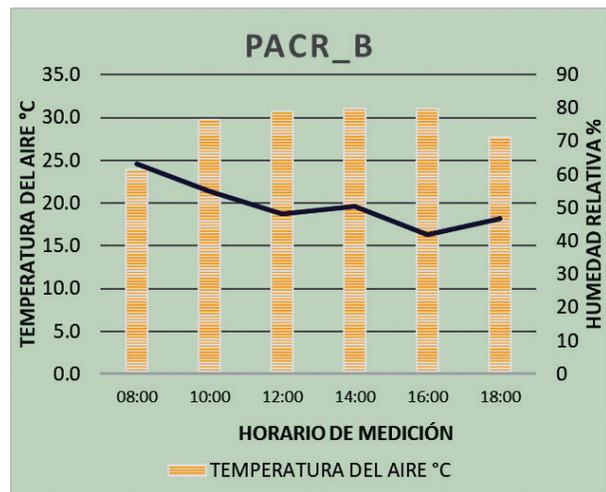
Las humedades relativas más altas se registraron en el punto A, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra generada por los edificios circundantes. Las temperaturas más bajas se registraron en el punto B, y correspondieron a las primeras horas de la mañana en condiciones de sombra generada por los edificios circundantes.

**FIGURA 13.** Comportamiento térmico. Parque de Cristo, PACR\_A.



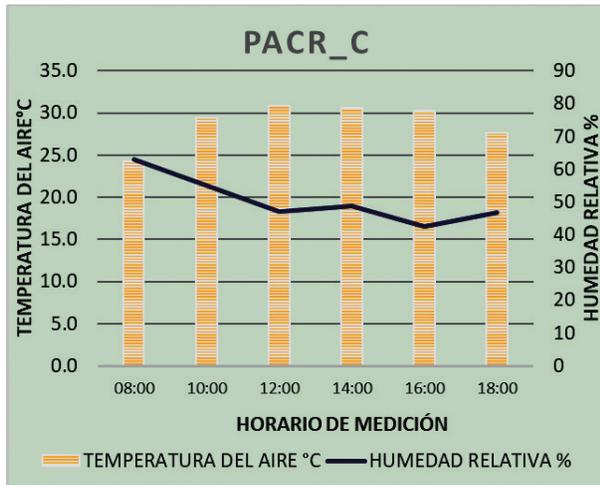
Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

**FIGURA 14.** Comportamiento térmico. Parque de Cristo, PACR\_B.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

**FIGURA 15.** Comportamiento térmico. Parque de Cristo, PACR\_C.



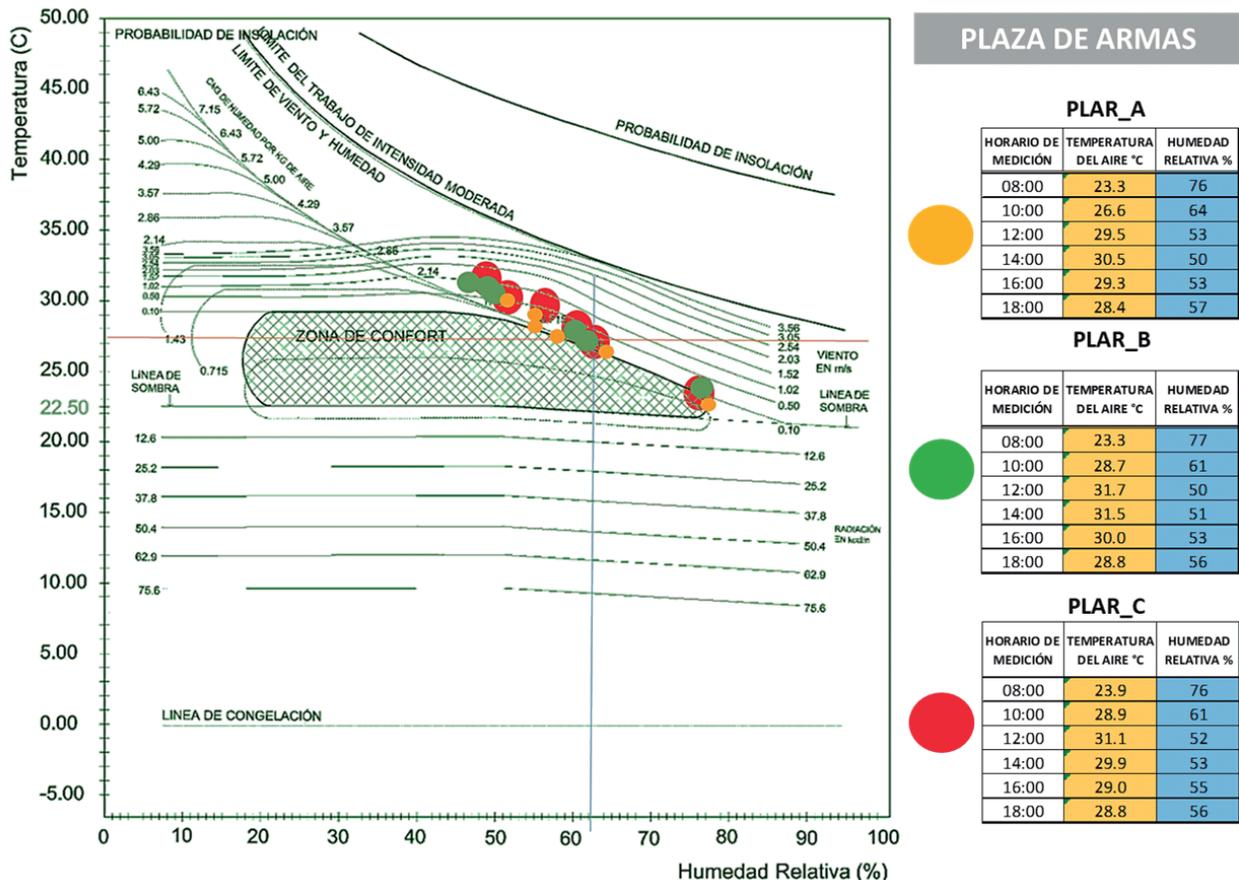
Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

**ZONA DE CONFORT**

Para Plaza de Armas, las gráficas muestran que las temperaturas medias horarias fueron relativamente bajas, en combinación con la humedad relativa media horaria (figura 16); sin embargo, el 94% de los registros se encontró fuera de la zona de confort, por arriba de los límites marcados en la gráfica de Olgyay ajustada para la latitud de La Habana. Para cualquiera de los tres puntos de medición, solo fue en el horario matutino donde las condiciones se aproximaron a los límites superiores de la zona de confort térmico.

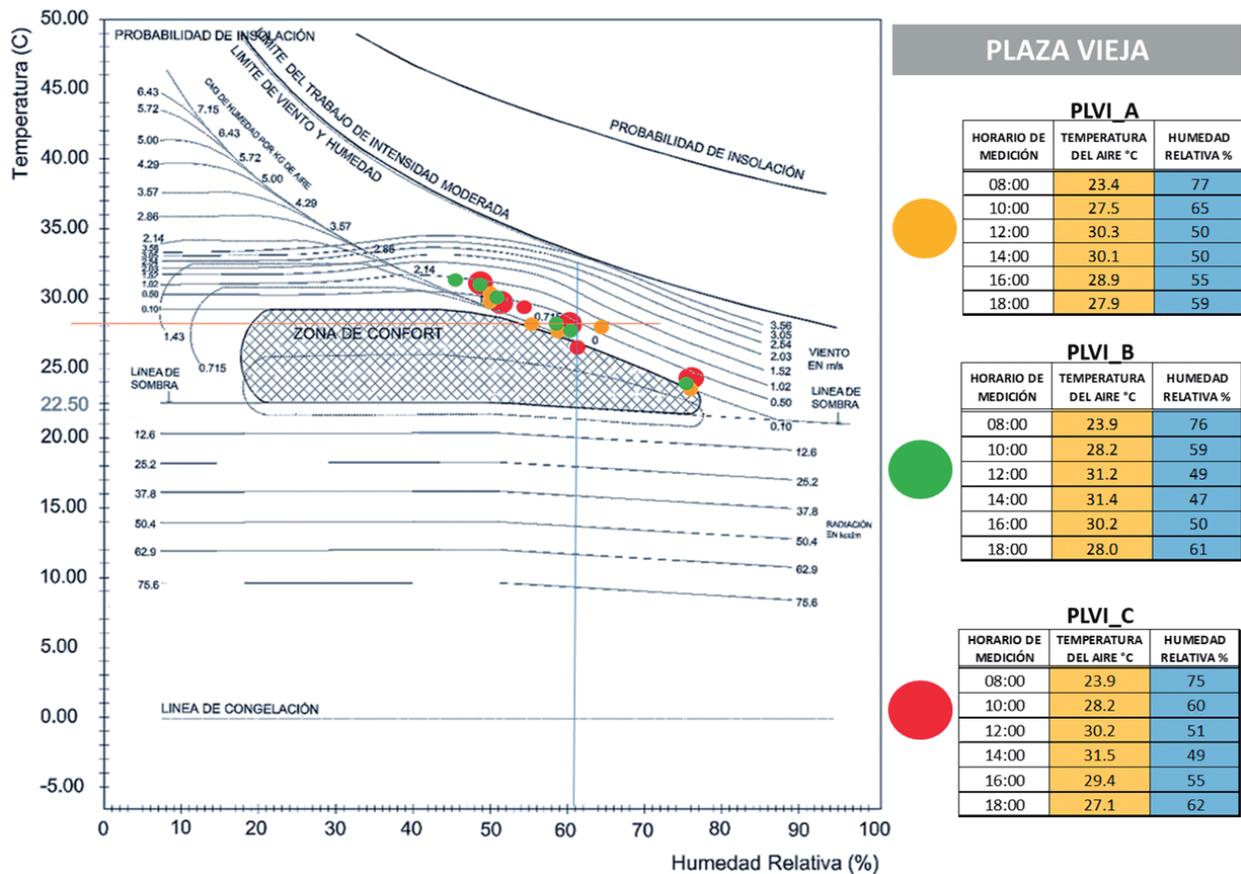
Para Plaza Vieja las gráficas muestran temperaturas medias horarias, en los periodos más críticos, de 28.9° C hasta 31.5° C, en combinación con la humedad relativa media horaria, por lo que el 83% de los registros se encontró fuera de la zona de confort, por arriba de los límites marcados en

**FIGURA 16.** Zona de confort en Plaza de Armas sobre gráfica de Olgyay ajustada para la latitud 23°01' de La Habana.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

FIGURA 17. Zona de confort en Plaza Vieja sobre gráfica de Olgyay ajustada para la latitud 23°01' de la Habana.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

la gráfica de Olgyay (figura 17), y solamente el 17% de las veces en el límite superior de la zona de confort. Esto mismo sucedió en los horarios de la mañana, cuando el sol apenas realiza el trabajo de radiación sobre los elementos del espacio, pero aun en estos horarios las temperaturas y humedades relativas medias estuvieron fuera de la zona de confort para cualquiera de los tres puntos de medición. Solo en el horario matutino las condiciones se aproximaron a los límites superiores de la zona de confort térmico.

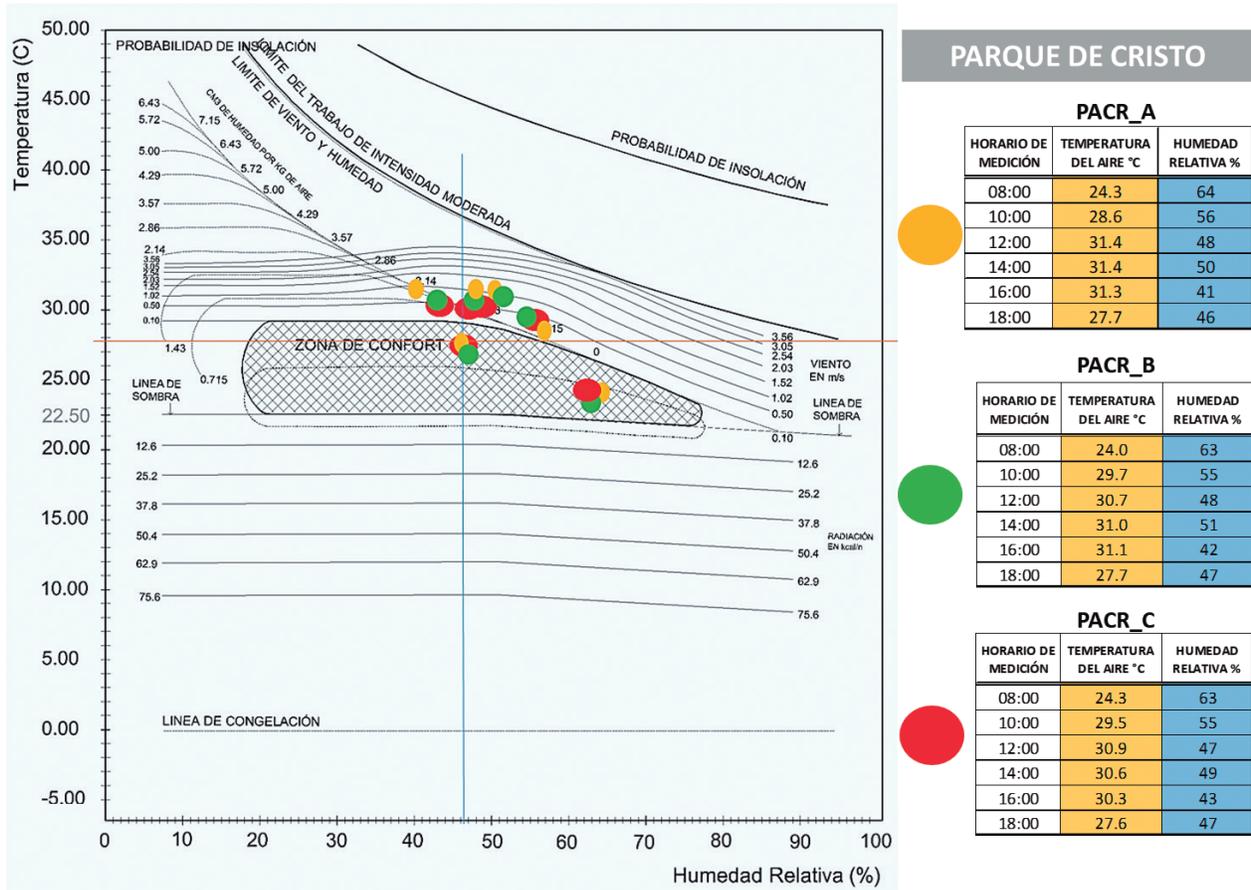
Para Parque de Cristo las gráficas muestran que las temperaturas medias horarias en los periodos más críticos fueron de 30.7° C hasta 31.4° C; en combinación con la humedad relativa media horaria, el 67% de los registros se encontró fuera de la zona de confort, por arriba de los límites marcados en la gráfica de Olgyay (figura 18). En los horarios de la mañana y del atardecer, este

parque presentó en los tres puntos de análisis de temperaturas medias horarias y humedades relativas medias horarias que se insertan en la zona de confort. Para cualquiera de los tres puntos de medición, tanto el horario matutino como el horario vespertino se encontraron dentro de la zona de confort térmico.

### COMPARACIÓN DE TRES PLAZAS

En la comparación de los tres espacios registrados se observa que las temperaturas extremas máximas y mínimas se registraron generalmente en Plaza de Armas. En cuanto a humedad relativa, las máximas se registraron en Plaza de Armas y las mínimas en Parque de Cristo. Sin embargo, como puede apreciarse en las gráficas (figura 19a, 19b, 19c), en el cálculo gráfico de la zona de confort con temperatura y humedad relativa media calculada, las diferencias de aproximación a la zona de confort de las tres plazas no fueron significativas.

**FIGURA 18.** Zona de confort en Parque de Cristo sobre gráfica de Olgay ajustada para la latitud 23°01' de la Habana.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

Para la temperatura y la humedad relativa media global (calculada a lo largo del día de 8:00 a 18:00 h), dos de las tres plazas se encontraron fuera de la zona de confort. A pesar de que las temperaturas fueron similares, se pudieron observar humedades relativas disímiles, resultados asociados a la cubierta vegetal y la arborización de cada plaza. En Parque de Cristo se presentaron las humedades relativas más bajas (tabla 2), lo que permitió que se insertara en el límite superior admisible de la zona de confort.

**TABLA 2.** Temperatura y humedad relativa global por plaza

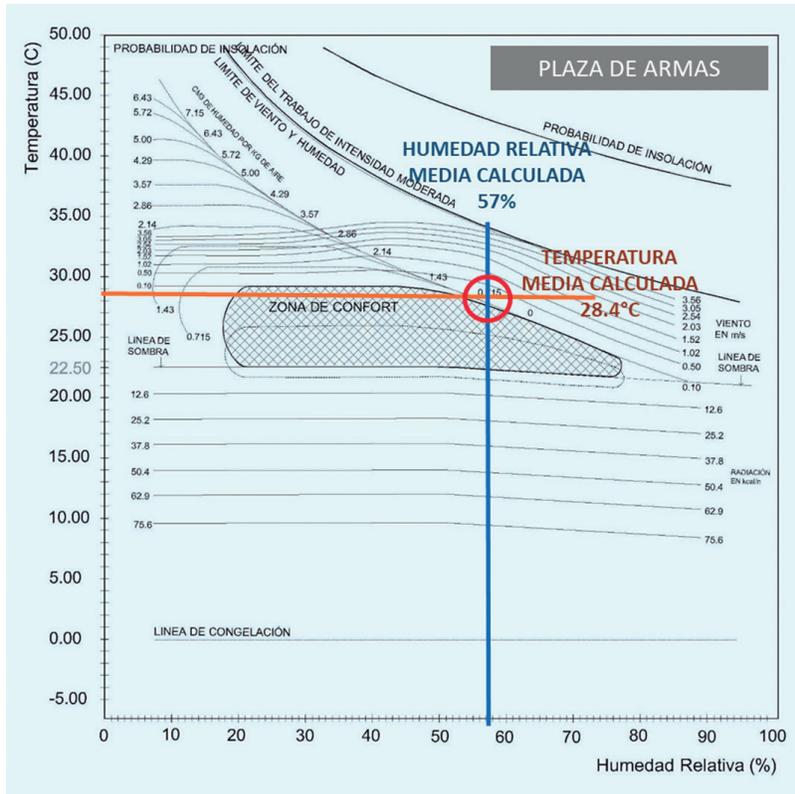
	GLOBAL POR PLAZA					
	PLAR		PLVI		PACR	
	Ta°C	HR%	Ta°C	HR%	Ta°C	HR%
MÁXIMA	31.7	76	31.5	77	31.4	64
MÍNIMA	23.3	50	23.4	47	24.0	41
MEDIA	28.4	57	28.3	58	28.9	50

Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

## CONCLUSIONES

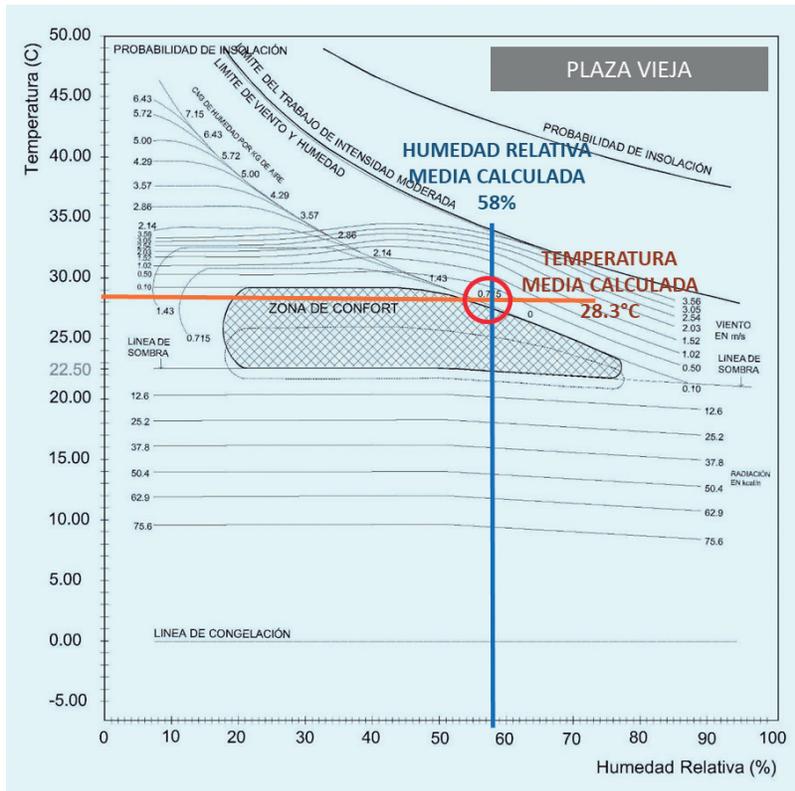
Como resultado del primer acercamiento, y de acuerdo con la hipótesis, se esperaba que las temperaturas del aire más altas se registraran en Plaza Vieja, por su composición espacial. Pero las temperaturas medias calculadas de los tres espacios no fueron significativamente diferentes. La insulación y las propiedades térmicas de los materiales fueron condicionantes de la tipificación temperatura, pero tuvo mayor influencia la radiación de onda larga en el ambiente que la radiación de onda corta, ya que las estaciones con superficies de bajo albedo, como los materiales pétreos y cerámicos (indistintamente de estar expuestas al sol o en sombra), registraron rangos similares de temperatura, debido a que los intercambios energéticos se dan a través de

FIGURA 19A. Plaza de Armas, zona de confort.



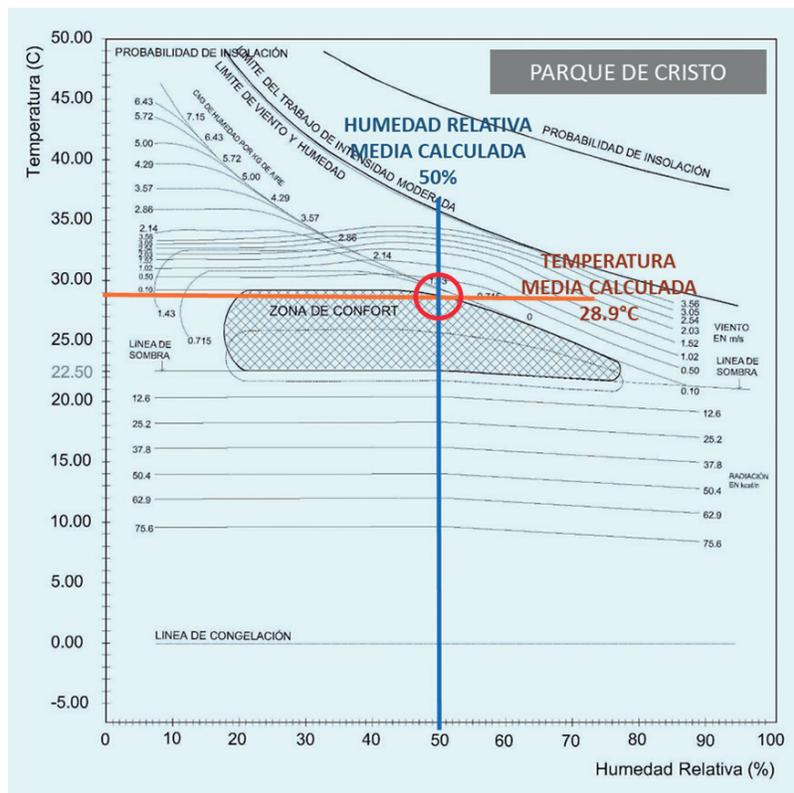
Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

FIGURA 19B. Plaza Vieja, zona de confort.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

FIGURA 19C. Parque de Cristo, zona de confort.



Fuente: Elaboración propia (junio de 2018).

las ondas largas infrarrojas, en dependencia de la densidad del material y la radiación.

Parque de Cristo —que presenta más del 50% de área sombreada por árboles—, registró temperaturas muy similares a Plaza de Armas y Plaza Vieja. Sin embargo, la humedad relativa se registró por debajo de la calculada en los otros parques, cuyo diseño dista de este parque.

Este espacio registró rangos de humedad más compactos a lo largo del día y pudieron darse las condiciones para el amanecer y el atardecer en la zona de confort térmico. Al estar la vegetación más distribuida y con materiales higroscópicos (con contenido de humedad alto, como suele ser la vegetación), sumado a la capacidad de evaporación del ambiente, tuvo la capacidad de disminuir las temperaturas de superficie y los flujos de energía.

Se corrobora el planteamiento de que en el confort intervienen diferentes variables y que deberá considerarse el análisis de variables como

la radiación y el viento, que es un factor para proyectar en la corrección propuesta en la carta bioclimática, además de la utilización de otros instrumentos de corte cualitativo, como el *Instrumento de percepción del confort*, donde se utilizará la escala de sensación térmica ISO 7730 2006, así como la calificación que el usuario concede a los servicios del lugar. Este último, a pesar de ser un instrumento cualitativo, permitirá discutir sobre la ponderación real que ha de otorgársele al diseño térmico ambiental para un mejor aprovechamiento del espacio público con beneficio para la población, el gobierno y el visitante.

Se deberá considerar, en todo caso, que la construcción del espacio presentado data del siglo XVI, por lo que responde a las normas y ordenanzas de la época, de manera que las modificaciones o sugerencias que puedan hacerse deberán ir ligadas a las restricciones actuales, pero en una relación mucho más íntima con los componentes climáticos y naturales, a fin de lograr

flujos energéticos que disminuyan en lo posible el estrés térmico y permitan el confort ambiental, de forma tal que sea un lugar eficiente, más rentable, que no represente gastos innecesarios o excesivos en energía, que permita la cohesión social, que ofrezca condiciones de habitabilidad y mejor servicio al turismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015), *paris\_agreement\_spanish.pdf*, 12 de diciembre. Disponible en: <http://www.cop21>. Consultado: 10 de julio de 2017.
- Gobierno del Distrito Federal (2010), *Lineamientos de sustentabilidad para el diseño de espacios abiertos en el Distrito Federal*, México, GDF.
- Gómez, N. R. (2010), “Parámetros (PS) sostenibles en el planeamiento y diseño ambiental del espacio microurbano”, *Pluris*, pp. 40-52.
- Guzman, M. O. (2014), “Confort térmico en los espacios públicos urbanos. Clima cálido y frío semi-seco”, *Habitat Sustentable*, pp. 52-63.
- Hall, E. T. (1966), *La dimensión oculta*, New York.
- Hernández, A.; Fariña, J.; Fernández, V.; Gálvez, M.; Hernández, A. y N. Urrutia (2013), *Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas*, Bragança, Portugal, Instituto Politécnico de Bragança.
- Higuera, E. (1998), *Urbanismo Bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos*, Madrid, Instituto Juan de Herrera.
- Lara, G. M. (2011). *Evaluación del bienestar térmico a través de la temperatura operativa*, Servicio de Higiene Industrial y Salud Laboral, Murcia, Instituto de Seguridad y Salud Laboral.
- López, A. (2001), *Diseño térmico de espacios exteriores*, Universidad Autónoma de Yucatán, posgrado de Arquitectura, Mérida.
- Martilli, A. (2010), *Modelización del clima urbano a mesoescala*, España, CIEMAT.
- Morin, E. (2003), *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Gedisa.
- Olgyay, V. (1998), *Design with Climate*, Barcelona, Gustavo Gili.
- ONU-Habitat (2016), *The New Urban Agenda*. Disponible en: <http://www.habitat3.org/the-new-urban-agenda>. Consultado: 2 de abril de 2018.
- (2018), *Ciudades-desarrollo sostenible*. Disponible en: [www.un.org/sustainabledevelopment/cities/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/). Consultado: 13 de agosto de 2018.
- Serra, F. C. (1995), *Arquitectura y energía natural*, Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya.
- UNE-EN ISO 7730 (2006). *Ergonomía en ambientes térmicos. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los PMV y PPD, y especificaciones para el bienestar térmico*.