



Nova Scientia

E-ISSN: 2007-0705

nova_scientia@delasalle.edu.mx

Universidad De La Salle Bajío

México

Fuentes Pérez, Carlos Alberto
Islas de calor urbano en Tampico, México. Impacto del microclima a la calidad del hábitat
Nova Scientia, vol. 7, núm. 13, 2014, pp. 495-515
Universidad De La Salle Bajío
León, Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203332667024>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista Electrónica Nova Scientia

Islas de calor urbano en Tampico, México.
Impacto del microclima a la calidad del hábitat
Urban heat islands in Tampico, Mexico.
Impact of microclimate on the habitat quality

Carlos Alberto Fuentes Pérez

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, Campus Tampico-Madero

México

Carlos Alberto Fuentes Pérez. E-mail: fuenper@hotmail.com

Resumen

De todas las modificaciones climáticas por causa urbana, las térmicas son las más conocidas por los propios ciudadanos. La acción transformadora del espacio natural sobre el que se realiza el emplazamiento de la ciudad, llega a ser productora en gran medida de sus condiciones ambientales, incluida la climatología urbana. Todo proceso de urbanización sustituye los suelos y áreas naturales por superficies construidas, cuyos materiales se caracterizan por una baja reflectividad, con disminución de la capacidad de absorción de agua y un comportamiento térmico propicio para el almacenamiento y la emisión de calor. Estos elementos coadyuvan a realzar la temperatura atmosférica de la ciudad en relación con su entorno menos urbanizado a través de un fenómeno conocido como efecto de islas de calor urbano, produciendo un impacto del microclima a la calidad del hábitat. La presente investigación experimental aplicada tiene como objetivo, demostrar la metodología de investigación adoptada, para realizar las islas de calor urbanas en Tampico, México.

Palabras clave: calor urbano, microclima, calidad del hábitat

Recepción: 12-12-2013

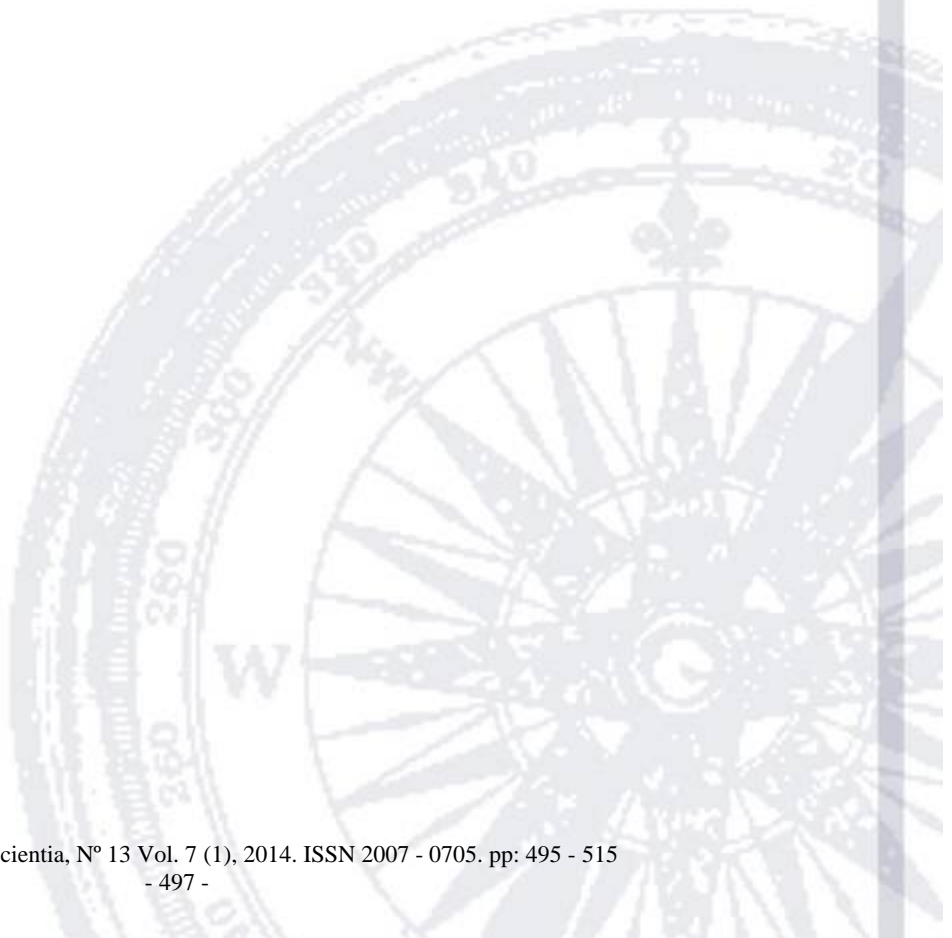
Aceptación: 22-10-2014

Abstract

Of all the climatic changes caused by urban cities, thermal changes are best known by the citizens. The study of the transformation on the natural spaces of the city shows that it has great production value thanks to its environmental conditions, and its urban climatology. Every urbanization process consists of substituting the soil and natural areas, for constructed floors with low reflectivity, less absorption of water, and a favorable thermic behavior for the storage and emission of heat. These elements contribute to the understanding of the atmospheric temperature of the city, compared to its less populated areas, through a phenomenon known as urban heat islands. This condition produces a microclimate impact on habitat quality. To sum it up, this

experimental research aims to demonstrate, the methodology adopted for urban heat islands in Tampico, Mexico.

Keywords: urban heat, microclimate, habitat quality



Introducción

La presente investigación sobre islas de calor adquiere particular relevancia en la última década, debido a los crecientes impactos del cambio climático y su variabilidad en los espacios urbanos, en la magnitud y extensión de las islas de calor urbanas, con sus significativas anomalías térmicas superficiales y aumento en la frecuencia de incendios de vegetación en las áreas periurbanas, que agravan el cuadro de contaminación y de degradación de la calidad del hábitat. Los principales factores climáticos son las condiciones físicas que identifican a una región o a un lugar en particular y determinan su clima, estos son la latitud, la altitud y el relieve.

Para CONAGUA (2011) Tampico su clima es de tipo tropical, subhúmedo, cálido y extremo, también es la cabecera del municipio y su único asentamiento urbano; sus coordenadas son Latitud Norte 22° 12' 00" y 97° 51' 22" longitud Oeste del meridiano de Greenwich, el efecto de las islas de calor es consecuencia de las zonas edificadas que ofrecen más superficie de absorción de calor, el cual irradian lentamente durante la noche.

Profundizar el conocimiento de las causas de las islas de calor urbano en Tampico, México y su entorno rural posibilita la subsecuente valorización y mitigación de sus efectos severos, contribuyendo con ello a mejorar la calidad del hábitat. Ello implica que la ciudad es responsable de sus propias condiciones ambientales, en las que destacan sus efectos sobre el clima, especialmente el campo térmico. Las diferencias de temperaturas con su entorno rural se definen como islas de calor urbano.

Para Ángel et al (2010) respecto a la morfología e intensidad de las islas de calor, se establece que están condicionadas, entre otros factores, por la distribución y composición de las grandes áreas verdes o espejos de agua, las cuales aparecen como zonas relativamente de baja temperatura, en comparación con las superficies edificadas de su entorno. El conocimiento de la configuración y transformación de las islas de calor urbano de Tampico, México es una situación aún no resuelta.

De los edificios altos son las múltiples reflexiones horizontales de la radiación recibida, que aumentan la probabilidad de que la energía permanezca en el suelo en lo que se conoce como

efecto cañón. Por ende, la falta de grandes zonas verdes y el entubamiento de afluentes acuosos en Tampico, México reducen las oportunidades de transformar la energía solar a través de los procesos de fotosíntesis o evaporación del agua. Diversos estudios muestran la relación directa entre las altas temperaturas urbanas y la falta de vegetación, así como el exceso de pavimentos y asfaltos.

La actividad comercial y doméstica genera un aporte de calor al entorno. En particular los sistemas de climatización en la ciudad forman parte de un círculo vicioso, ya que generan calor extra y su uso se incrementa con la temperatura.

Caracterización Urbana de Tampico, México

En complemento a la caracterización de la ciudad, los usos de suelo se catalogan según la siguiente dosificación, como se aprecia en la Tabla N° 1.

Tabla 1 Dosificación de usos del suelo urbano

Estructura Urbana	Superficie en hectáreas	Porcentaje
Función habitacional	2, 534.74	56.60%
Estructura vial	991.45	22.14%
Equipamiento urbano	667.54	14.91%
Espacios abiertos	180.07	4.02%
Función económica	104.49	2.33%
TOTAL	4, 478.29	100.00%

FUENTE: Dirección de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Ecología de Tampico.

La vivienda en Tampico, México

Se determina la calidad de la vivienda y simultáneamente la estructura social del territorio; el análisis se hace en forma indirecta partiendo de las estructuras no adecuadas así como de la falta de servicios públicos.

En primera instancia, la calidad del hábitat no adecuada se estima al interior del área urbana por presentar estructuras impropias y no contar con servicios públicos. En Tampico se presentan 4,769 viviendas de este tipo, que son el 5.73% del total, con aproximadamente 17,435 habitantes.

En segundo término, por aquellas que disponen de servicios públicos no adecuados, de acuerdo a los datos del Censo 2010 de INEGI, el porcentaje de viviendas con esta característica es de 1.5%. En el año 2010 se consideran como “hogares pobres” 3,140 viviendas, habitadas por familias con ingresos de menos de 2 salarios mínimos. Una parte de este tipo de viviendas, con densidades que varían entre 8.84 Viv/ha y 12.37 Viv/ha. Otra parte de estas viviendas, fluctúan entre 3.55 y 5.35 Viv/ha. En el año 2010 la vivienda con hacinamiento representa el 13.23% del total de viviendas en Tampico.

A continuación se presenta en la Tabla N° 2, el proceso de poblamiento de 1960 – 2010 en Tampico, México, y la clasificación de las viviendas según tipología en la Tabla N° 3.

Tabla 2 Proceso de poblamiento 1960-2010

Estructura Urbana	Superficie Urbana has.	% Respecto al 2010	Población Total	Total de Viviendas	Densidad Hab/Viv
1960	1, 406.33	32.56	124, 820	25, 313	4.93
1970	1, 989.12	46.05	186, 059	35, 945	5.18
1980	3, 395.42	78.61	267, 957	56, 542	4.74
1990	4, 010.76	92.86	272, 690	62, 439	4.37
2000	4, 216.73	97.63	295, 442	77, 069	3.83
2005	4, 283.16	98.53	303, 924	83, 519	3.64
2010	4, 319.26	100.00	314, 215	84, 040	3.52

FUENTE: Censos Estadísticos de Población y Vivienda (INEGI).

Tabla 3 Clasificación de las viviendas, por tipología
(Distribución Porcentual)

Municipio	Cantidad	Básica 1	Social 2	Económica 3	Media 4	Media Alta 5	Residencial 6
<i>Tampico</i>	84, 040	25.2%	16.9%	38.4%	10.0%	7.1%	2.4%

FUENTE: Diagnóstico Estatal de la Vivienda, Tamaulipas. (ITAVU y CODESC.).

De esta forma, pese a la tendencia de una dinámica de población a la baja, resulta necesaria la implementación de programas de reciclamiento urbano para la construcción y renovación de vivienda.

Es de vital importancia el considerar la calidad del hábitat en adelante desde una óptica ambientalista y sustentable, considerando las islas de calor urbano.

Desarrollo Temático

A decir de Carreras (1990) algunos autores explican las islas de calor como un efecto invernadero local, pues los gases se encierran en un solo lugar provocando una cápsula que absorbe calor del sol. Los materiales que forman la ciudad absorben la radiación solar de onda corta y la emiten posteriormente con una longitud de onda más larga, frecuencia que resulta retenida por partículas en suspensión y gases de combustión.

La cápsula de gases sólo puede ser rota por los vientos, si en la superficie hay demasiados edificios de mucha altura el aire es obstruido y no se rompe, sin embargo hasta lo más natural puede provocar un receptáculo de calor.

A nivel ambiental, la mayor temperatura también contribuye a las reacciones de los gases de combustión presentes en la atmósfera. En algunos casos no sólo resulta afectada la temperatura de la ciudad sino también de sus alrededores, alterando el clima regional.

Para Oke (1976) y Sorbjan (1978) la capa límite urbana viene a ser la capa de aire de la atmósfera más próxima a la superficie, cuyas características meteorológicas locales están influidas térmica y dinámicamente por ésta. Se trata, fundamentalmente, de una capa de mezcla, es decir turbulenta, generada por el desplazamiento del aire a través de un área rugosa y rígida y por la elevación convectiva de sus burbujas. Esta capa de límite urbana se extiende desde las losas de los edificios, hasta un nivel por debajo del cual, los fenómenos locales o mesoescálicos están gobernados por la naturaleza del espacio urbano.

A partir del modelo de Oke (1976) se propone lo que viene a ser el palio urbano para aquellos sectores entre los edificios que presentan toda una amalgama de microclimas por las características de los alrededores más inmediatos. El cañón urbano se emplea para designar a la principal unidad del palio, que incluye el suelo, normalmente de una calle, entre dos edificios adyacentes y sus muros.

El factor de visión del cielo en el ámbito urbano alcanza valores pequeños, debido a las características geométricas de las calles y de los edificios, así como los numerosos obstáculos existentes hacen que los ángulos de emisión de la radiación de onda larga nocturna a la atmósfera sean más reducidos que en el campo abierto, donde existen menos obstrucciones y por lo tanto hay mayor superficie libre de cielo a la que pueda ser devuelta, la radiación sin ningún impedimento. Precisamente, para Moreno (1993) este factor constituye una de las principales causas que contribuyen a la formación del fenómeno de las islas de calor.

Asimismo, el transecto es una idea precisa acerca de la técnica empleada usualmente en el estudio de los climas urbanos y que consiste en la toma de medidas meteorológicas a lo largo de un recorrido o ruta previamente establecidos, con representación gráfica de un área urbana y sus variaciones microclimáticas.

En Tampico, México para Fuentes (2011) se presenta también por las islas de calor el fenómeno del mesoclima tropical; este viene a ser el proceso de las diferencias de temperaturas del Sistema Lagunario-Ciudad-Golfo de México, que crean con frecuencia discrepancias locales

de presión, las cuales desencadenan el paso de un sistema de brisa marina, originado por el calentamiento urbano al amanecer y del mar por su cercanía atravesando la ciudad.

La brisa urbana es al contrario de la marina, se presenta al atardecer cuando la temperatura del agua del Golfo de México es más alta que la de la tierra, esta diferencia presenta indudables efectos benéficos ya que supone un cierto alivio térmico al aportar aire más fresco y limpio, contribuye además a temperar el clima. Para Manley (1958) es una de las modificaciones climáticas más claras que causa la urbanización, como el incremento térmico en la ciudad en comparación con su periferia.

Expresa Tejeda (2007) que las islas de calor, son un tema que cobra importancia debido a la tendencia progresiva de la población en las ciudades, implicaciones para la comodidad y salud de la contaminación atmosférica urbana, gestión de la energía y la planificación urbana.

Análisis climático histórico de Tampico, México

El análisis climático histórico de la ciudad de Tampico, México se desarrolla desde diversas perspectivas metodológicas. Primeramente se analizan los datos con base en las normales climatológicas de 1985 a 2010, para lograr las medias normales de todas las variaciones climáticas con un mínimo de equivocación, proporcionados por la Estación Meteorológica de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). Los cuales se contrastan con los datos climatológicos proporcionados por el Servicio a la Navegación del Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) localizado en la Torre de Control del Aeropuerto “Francisco Javier Mina” de la Ciudad y Puerto de Tampico, México; asimismo los datos climatológicos se corroboran con la información obtenida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

“El clima de un lugar es esencialmente variable en las diversas escalas de tiempo: en un día, en una estación y a través de los años, y desde luego en periodos aún mayores. Estas variaciones están impuestas por las situaciones geográficas, o por los sistemas regionales de tiempo atmosférico que llegan de puntos lejanos y finalmente por la acción del hombre, como es el caso de la alteración del clima de las ciudades por la urbanización o el calentamiento de la atmósfera” (Jauregui 2000, 13).

Con todo ello, exponer conclusiones climatológicas como sustento del experimento, determinando los meses y las estaciones más críticos del año en Tampico, México, y así analizar el comportamiento térmico tanto del macro como del microclima. Para Rodríguez et al (2002) el clima es uno de los factores más importantes a considerar en el diseño del hábitat. Las condiciones atmosféricas de un lugar dependen de que la arquitectura y su inercia térmica transformen la acción de los elementos ambientales naturales.

Es importante señalar que Tampico colinda al Norte con el Municipio de Altamira, por el Sur con el de Pueblo Viejo, Veracruz y por el Este con el de Madero. Su territorio cubre 96 km², donde el 63% son cuerpos de agua, y es el 0.09% de la superficie del Estado de Tamaulipas. Al oeste, casi en los linderos de Pánuco, Veracruz a muy corta distancia del Río Pánuco.

Factor ambiental a monitorear de 1985 – 2010

Las nociones científicas de temperatura se apoyan en la idea intuitiva que transmite el propio cuerpo. Así, esa sensación fisiológica revelada por el tacto, que permite clasificar los cuerpos en fríos y calientes, da lugar a la idea de temperatura y por extensión a la de calor. Sin embargo, la física va más allá de estas nociones intuitivas y busca representaciones que puedan ser expresadas en forma numérica, esto es, como magnitudes o atributos medibles. La experiencia demuestra que cuando dos cuerpos, uno frío y otro caliente, se ponen en contacto durante un tiempo prolongado, terminan por alcanzar un estado de equilibrio entre ambos que se denomina equilibrio térmico.

Ferreira et al (2011) comenta que en ese estado no es posible distinguir cuál de ambos está más frío y cuál más caliente. La propiedad que tienen en común los cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico es precisamente la temperatura. Junto con esta definición descriptiva de lo que se entiende en física por temperatura, con frecuencia se utiliza otra definición de tipo operacional, que indica mediante qué procedimiento u operación queda determinada dicha magnitud.

Desde el punto de vista ambiental-arquitectónico la temperatura resulta fundamental en el análisis del comportamiento de la calidad del hábitat, ya que junto con los resultados obtenidos de otros factores se puede determinar si se ofrecen o no condiciones climáticas de comodidad, al mismo tiempo que determina, en gran medida, el sistema constructivo a emplear y las medidas

correctoras en el reacondicionamiento, con respecto a los meses críticos tanto para invierno como para verano.

Fundamentos metodológicos

Según el nivel de conocimiento científico y observación al que espera llegar el investigador, formula en primera instancia, un estudio diacrónico, realizar una caracterización urbana y con ello identificar las principales vialidades con calles secundarias y terciarias, así como un análisis macroclimático histórico para determinar las variaciones térmicas producidas por las islas de calor por las isothermas.

También es conformado como estudio de caso de acuerdo al tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de evaluación que se debe realizar, considerando el objetivo de la presente investigación experimental aplicada para identificar patrones del comportamiento de temperatura solamente, no realizada con anterioridad en Tampico, México.

Al contar con la información antedicha y organizada, se inicia el procedimiento marcando en un plano oficial de la ciudad los transectos a realizar, los cuales deben coincidir en ciertos puntos para lograr intersecciones o nodos, los cuales son esenciales para confirmar que las lecturas de los valores, son exactamente las mismas en los aparatos de medición.

Se determinan las islas de calor urbano con la representación gráfica de la distribución espacial de la temperatura y sus alrededores mediante un mapa de isothermas, donde ésta presenta una disposición concéntrica, y señala la existencia de una isla térmica por efecto urbano a escala microclimática. Las temperaturas varían según los meses del año. La palabra isoterma proviene de las raíces griegas, isos igual y termos temperatura.

Los datos de temperatura son registrados cada 10 segundos, con el sensor del HOBO Pro2 de intemperie para asegurar una rápida respuesta a las variaciones térmicas, los cuales tienen un puerto USB óptico para transferir los datos y un transportador a prueba de agua para manejo y recuperación de datos en campo, con un rango de temperatura de -40.0°C a $+70.0^{\circ}\text{C}$ y una precisión en temperatura de $\pm 0.20^{\circ}\text{C}$ en el rango de 00.0 a 50.0°C , con intervalos de muestreo

de 1 segundo a 18 horas de intervalos fijos o múltiples de registros de datos, con hasta 8 intervalos de medidas y duraciones definidos por el usuario. El Prov2 logra una precisión en su reloj 1 minuto/mes a 25.0°C, con una vida de batería de 3 años típica.

Se colocan los HOBO's sobre la parte superior de las camionetas, que se emplean como vehículos, en caja trasera y se fijan, con la intención de no alterar los monitoreos de los valores térmicos. Un pasajero en la cabina conduce, otro se ocupa de registrar la ubicación cada 30 segundos, utilizando las intersecciones principales como referencia en un plano de la ciudad.

El tercer pasajero con cámara fotográfica en mano en la parte posterior exterior, en la caja de la camioneta, identifica las características morfológicas del entorno construido con alturas, separaciones, configuración de la línea de edificación y retiros de los edificios, presencia de vegetación y cuerpos de agua entre otras variables. La velocidad del vehículo es lo más lento dentro de las posibilidades de tránsito en las arterias viales.

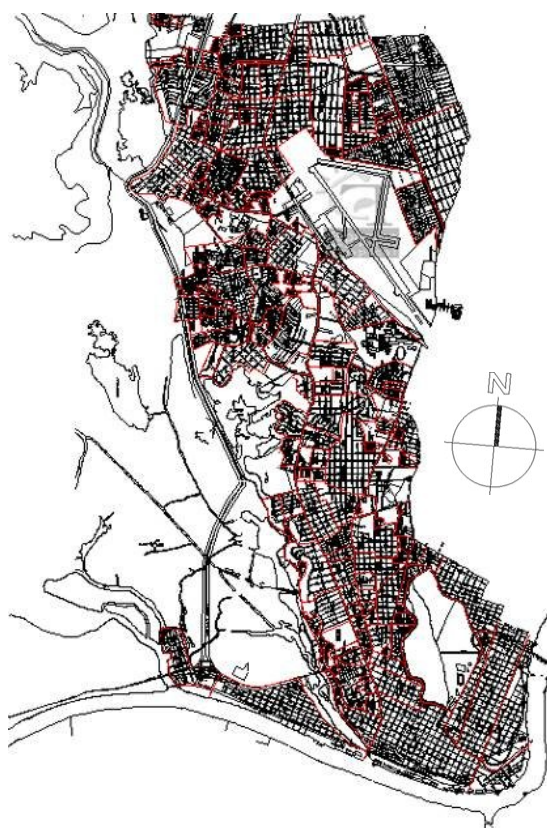
Las mediciones se obtienen entre las 20:00 y 21:00 horas, pues Oke (1989) recomienda no tener influencia de la radiación solar, de mínimo 8 días diferentes de enero y 8 días de agosto se realizan los transectos, para contrastar y corroborar los valores térmicos, en los meses que se presenta el periodo de mínima y máxima intensidad de la isla urbana de calor. No es aconsejable pasar de este horario, entre más se separe de las 21:00 horas los valores descienden y no son confiables para el experimento; si el recorrido no se termina según lo pactado se continua al siguiente día.

Se realizan los transectos en sentido longitudinal de la ciudad sobre las principales vialidades, creando intersecciones para contrastar ambas mediciones, se continúan las rutas en sentido transversal sobre vialidades primarias y secundarias, retomando en otro día lo opuesto para cruzar información de los valores térmicos.

Al terminar cada transecto o serie de transectos, inmediatamente el investigador con su equipo de colaboradores descienden de los vehículos, observan los datos de los registradores Hobo's Prov2 los cuales se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel, por medio

del Hoboware software y la estación base óptica U-4, con acoplador para manejar los Hobo's, donde se realiza una tabla con las mediciones íntegras de temperatura del aire en °C, para lograr de inmediato una visualización de los valores térmicos de temperatura obtenidos, en los transectos marcados con rojo en el gráfico N° 1.

Gráfico N° 1. Transectos en Tampico, México



FUENTE: Elaboración Propia. Plano Dirección de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Ecología.

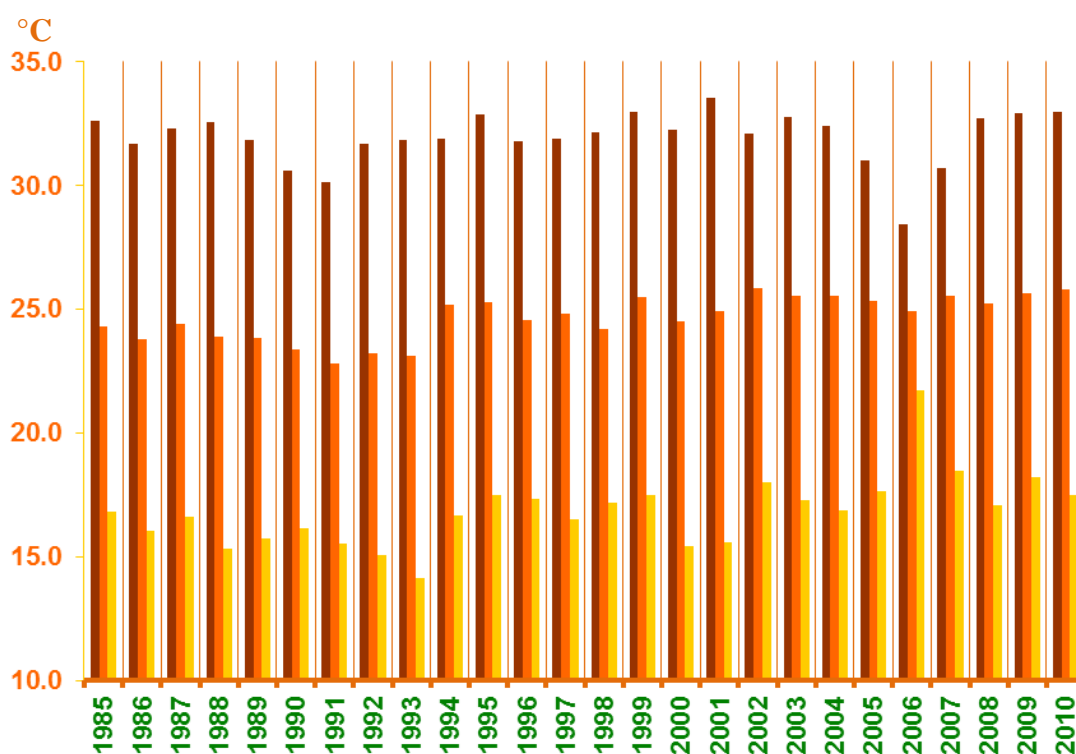
Por medio de un plano de la ciudad instalado en un diseño asistido por computadora denominado AutoCAD, se colocan los datos en los puntos según concuerden en horario y ubicación real; al unir los valores térmicos de la misma temperatura se van obteniendo las isotermas y éstas determinan las islas de calor, dependiendo de su intensidad térmica y distribución espacial en Tampico, México.

Resultados

En primera instancia se presentan los gráficos del análisis climático histórico, donde se determinan las temperaturas media anual y mensual, para identificar los meses críticos donde procede la presente investigación, en los gráficos N° 2 y 3.

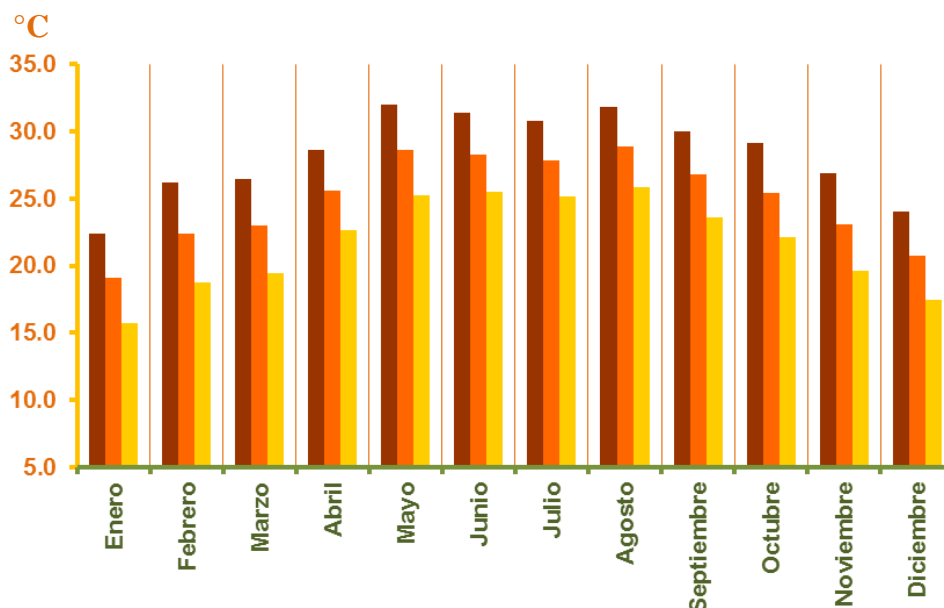
Las isotermas de los monitoreos de temperatura del microclima se realizan en los meses de enero y agosto de 2012, para determinar las islas de calor urbano en Tampico, México. Ver gráficos N° 4 y 5.

Gráfico N° 2 Temperatura media anual de 1985 – 2010



FUENTE: Elaboración Propia. Datos CONAGUA, SENEAM y CFE.

Temperatura Máxima
Temperatura Media
Temperatura Mínima

Gráfico N° 3 Temperatura media mensual de 1985 – 2010

FUENTE: Elaboración Propia. Datos CONAGUA, SENEAM y CFE.

Relación estadística climatológica en Tampico, México

La temperatura media anual es	24.7°C
El año con temperatura media más alta es 2002	25.9°C
El año con temperatura media más baja es 1991	22.8°C
La temperatura media mensual es de	24.7°C
El mes con temperatura más baja media es enero	19.1°C
El mes con temperatura más alta media es agosto	28.4°C
La temperatura media de primavera es de	23.9°C
La temperatura media de verano es de	28.0°C
La temperatura media de otoño es de	26.5°C
La temperatura media de invierno es de	20.2°C

Mes Crítico

Mes Crítico

Estación Crítica

Estación Crítica

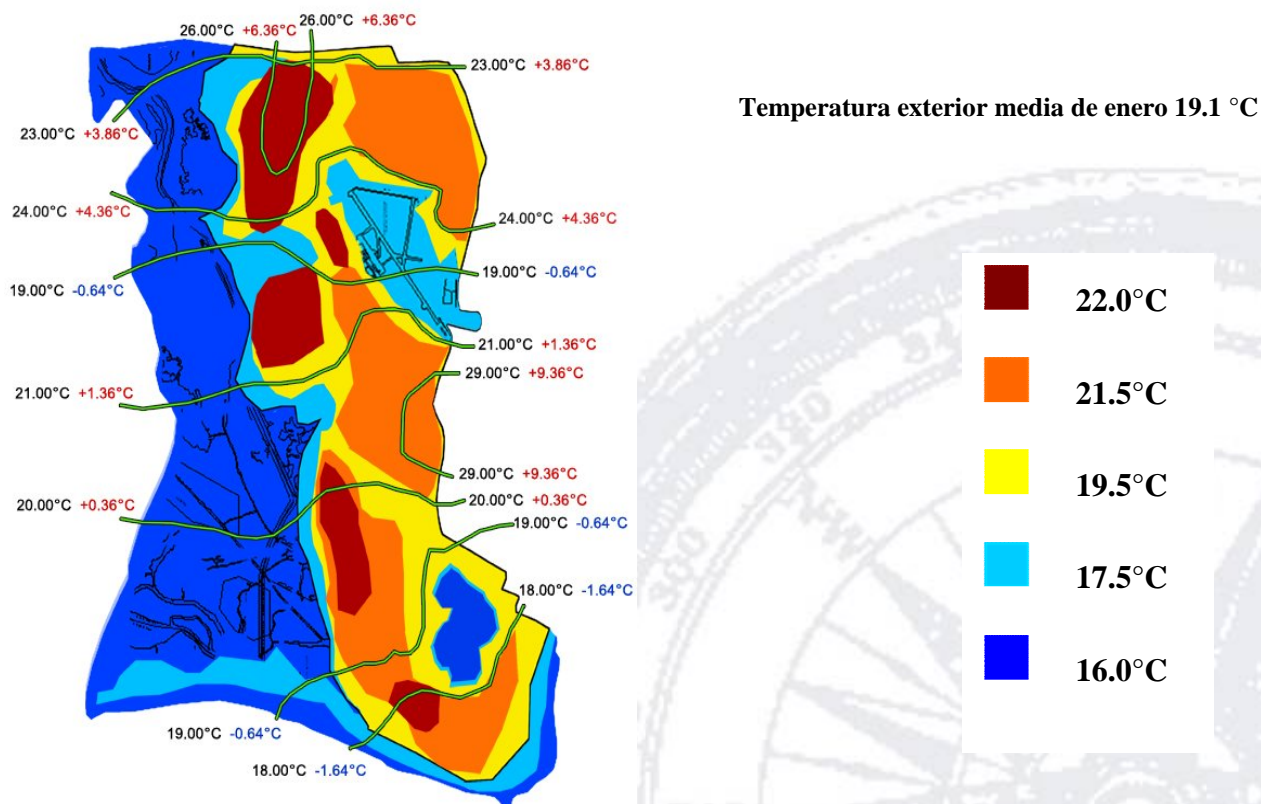
Para la presente investigación se determina que los meses más críticos corresponden a enero y agosto, las estaciones más críticas y pertinentes para poder realizar el experimento son verano e invierno respectivamente.

Caracterización espacial de las islas de calor en Tampico, México

A continuación se presentan como resultado final las islas de calor e isotermas, se aplica una escala de colores que distingue en rojo las islas con mayores temperaturas y con azul fuerte las zonas de mitigación ambiental, que principalmente son cuerpos de agua. Cabe aclarar que en extensión, las islas de calor tanto en invierno como verano comportan una mínima variabilidad de tamaño, por lo que la resultante de diseño en AutoCAD es ínfima a escala para ambas.

Las líneas verdes señaladas son los perfiles térmicos, realizados en toda la ciudad y son relevantes dependiendo del comportamiento medio mensual de temperaturas indicadas. Se obtienen de los valores térmicos máximos o mínimos del sector y estación. Con ello las variables térmicas que influyen directamente en el microclima de cada zona de la ciudad alargan o acortan las estaciones, por eso se indican como los más representativos.

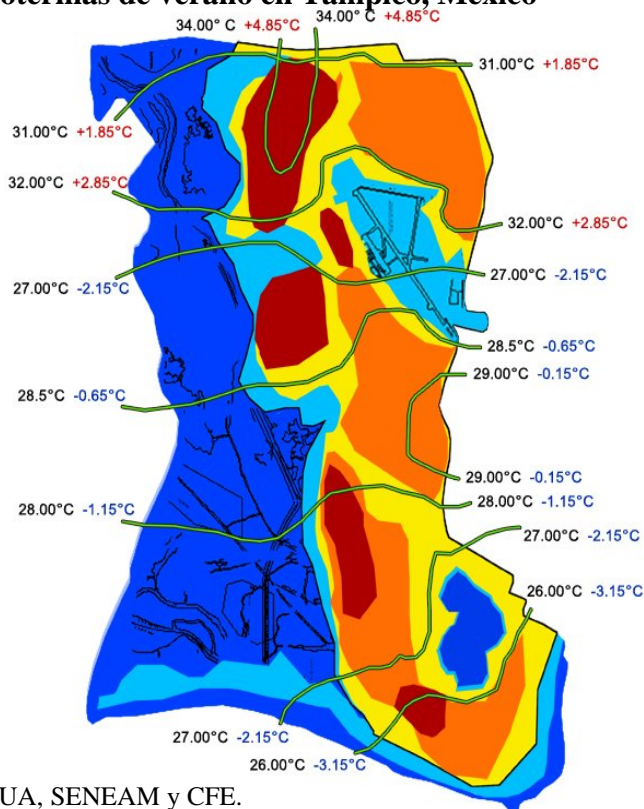
Gráfico N° 4 Islas de calor e isotermas de invierno en Tampico, México



FUENTE: Elaboración Propia. Datos CONAGUA, SENEAM y CFE.

Gráfico N° 5 Islas de calor e isotermas de verano en Tampico, México

Temperatura exterior media de agosto 28.4°C



FUENTE: Elaboración Propia. Datos CONAGUA, SENEAM y CFE.

Conclusiones

Las conclusiones planteadas son la síntesis y el análisis de los datos emanados del trabajo de investigación, de acuerdo a los resultados que arrojan las estaciones del año 2012, como consecuencia se expone que las isotermas de las islas de calor para invierno, en la zona de estudio donde se encuentra el centro histórico al Sur se ubica en el círculo poli-lineal su temperatura media es 22.0 a 21.5°C, por lo tanto en la zona de estudio al Norte con respecto al círculo poli-lineal presenta una temperatura media de 22.0 a 19.5°C.

De igual manera, las isotermas de las islas de calor para verano donde se ubica la zona de estudio del Centro de la ciudad, se localiza en el círculo poli-lineal de temperatura media de 28.0 a 27.5°C, por lo tanto la zona de estudio del Norte de la ciudad con respecto al círculo poli-lineal presenta una temperatura media de 28.0 a 25.5°C.

La investigación experimental aplicada refleja los datos climatológicos del macroclima de CONAGUA, SENEAM y CFE utilizados como puntos de referencia y contraste, con los valores térmicos de temperatura al inicio y final de los perfiles térmicos, que son comparados para asegurar que la temperatura durante el experimento es de 18.0 a 26.0°C en enero, con variaciones térmicas de -0.6 hasta los +9.4°C; y temperaturas de 26.0 a 34.0°C en agosto con variaciones de -0.1 hasta los +4.9°C.

Las islas de calor urbano identificadas en el área de estudio exhiben una clara relación espacial con las superficies escasamente vegetadas, de menor contenido de humedad relativa y de más baja reflectividad, lo que permite explicar las altas temperaturas que las caracterizan.

Las islas de calor son una degradación ambiental relevante de la calidad del hábitat en Tampico, México no sólo generan el stress térmico que perturba a la comodidad de la población, sino que además facilitan la contaminación fotoquímica de la atmósfera, que daña la salud y la convergencia de las plumas de contagio, hacia las áreas más cálidas de la ciudad. La relación entre el fortalecimiento de las islas de calor urbano y la ocurrencia de ondas de calor en la ciudad, es una preocupación creciente.

Los planificadores y los gestores urbanos en el crecimiento de Tampico, México comparten importantes responsabilidades sobre los cambios climáticos existentes y futuros en la ciudad, como las bajas condiciones de calidad de vida urbana, que afectan a la mayor parte de la población por: incomodidad térmica, contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias y crónicas relacionadas, riesgos naturales como inundaciones, avalanchas y anegamientos. Estos factores revelan severas y permanentes fallas en la planificación y gestión de la ciudad.

Una variable ajena que se observa, es que el microclima del centro histórico de la ciudad produce el aumento de la temperatura al interior de las edificaciones, ya que el 87% de las destinadas a viviendas en el segundo cuadro de la ciudad se transforman en comercios, oficinas, tiendas, escuelas y restaurantes, entre otros.

La variación de zonas densas del centro histórico y franjas periféricas con agua y vegetación, es demostrativa del impacto al hábitat construido con vialidades de concreto así como derrumbe de antiguos edificios para convertirlos en estacionamiento, con materiales cálidos como los asfaltos, comercios y oficinas con climatización de alto tonelaje.

Sin embargo, y a pesar que tanto la densidad de la masa edificada como las alturas de los edificios son menores en los nuevos centros comerciales, se considera que la gran extensión de superficies de estacionamiento de vehículos con asfalto oscuro, sin presencia de vegetación y la gran capacidad de los equipos de refrigeración, son factores que influyen en las temperaturas registradas en estas zonas, adicionalmente a la concentración de tránsito.

En Tampico, México se contemplan actualmente 92, 324 viviendas registradas ante la Dirección de Obras Públicas, el 65% de ellas se ubica al Norte de la ciudad, donde coinciden con altos registros térmicos. Las lagunas, tanto dentro de la zona urbana como las adyacentes a la zona estudiada, presentan temperaturas menores, mientras el efecto moderador del mar también es aparente, con el sistema de brisas del mesoclima tropical en Tampico, México.

A diferencia de estudios anteriores, donde se verifica una sola isla con temperaturas crecientes hacia el centro de la zona urbana, en este caso se detectan varias zonas de mayor temperatura, coincidentes con distintos centros en una estructura urbana poli-céntrica, por lo tanto el estudio es pionero en la zona. Las islas de calor obtenidas del trabajo de investigación, tanto en invierno como para verano, presentan en su morfología dimensiones muy similares, pero con diferentes valores térmicos.

Se concluye finalmente que para contribuir a la mitigación de las islas de calor y mejorar la calidad del hábitat, se debe mantener espejos de agua y franjas de vegetación en la zona urbana, así como evitar grandes extensiones de asfalto, especialmente en estacionamientos vehiculares, así como considerar a Tampico, México como una ciudad más compacta, lo que implica crecimiento vertical y reduce en distancias más cortas, evitando con esto el indiscriminado uso del vehículo y priorizando al peatón y al uso de la bicicleta.

Referencias

- Ángel, Laura et al. (2010). Islas de calor y cambios espacio-temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá. *Ciencias de la Tierra* 34. 173-183. Bogotá, Colombia.
- Carreras, C.; Marín, M. et al. (1990). Modificaciones térmicas en las ciudades. Avance sobre la isla de calor en Barcelona. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*.
- Ferreira Nascimento, Diego Tarley y José de Oliveira, Ivanilton. (2011). Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/go (1986-2010). Universidade Federal de Goiás. Goiás, Brasil.
- Fuentes Pérez, Carlos Alberto. (2011). Evaluación del comportamiento de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado con Énfasis en Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas. México.
- H. Ayuntamiento de Tampico, Tamaulipas. (2011). Programa municipal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. Periódico Oficial del Estado. Tampico, Tamaulipas. México.
- Jauregui Ostos, Ernesto. (2000). El clima de la ciudad de México. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. ISBN 968-856-819-8. Página 13.
- Lacomba, Ruth compiladora. (2005). Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable. 1ª reimpresión. Editorial Trillas. México, Distrito Federal. México.
- López Gómez, A. et al. (1991). El clima urbano de Madrid: la isla de calor. Centro de Investigaciones sobre la Economía, la Sociedad y el Medio, CSIC, Madrid.
- López Gómez, A. et al. (1993). El clima de las ciudades españolas. Cátedra, Madrid.
- Manley, G. (1958). On the frequency of snowfall in metropolitan England. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*. London.
- Martín Vide, J. y Moreno, M.C. (1992). Avance de resultados sobre la isla de calor de Barcelona y de otras ciudades catalanas. VI Trobades Científiques de la Mediterrània. *Energia, Medi Ambient i Edificació*, pp. 55-68, CIRIT, Generalitat de Catalunya.
- Moreno García, M.C. (1993). Estudio del clima urbano de Barcelona: la isla de calor. Barcelona. Oikos-Tau.
- Oke, T.R. (1976). The distinction between canopy and boundary layer urban heat islands. *Atmosphere*.

- Rodríguez Viqueira, et al. (2002). "Introducción a la arquitectura bioclimática". Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México, Distrito Federal. México.
- Sorbjan, Z. (1978). Numerical simulation of dynamic structure of the atmospheric boundary layer in urban areas. Act Geophysica Polonica.
- Tejeda, Adalberto et al. (2007). Detection of the urban heat island in Mexicali, B. C., México and its relationship with land use. Scielo. ISSN 0187-6236. Centro de Ciencias de la Atmosfera. Universidad Nacional Autónoma de México.

