



Biotecnia

E-ISSN: 1665-1456

biotecnia@ciencias.uson.mx

Universidad de Sonora

México

Mercado Maldonado, Laura; Marincic Lovriha, Irene  
MORFOLOGÍA DE ISLA DE CALOR URBANA EN HERMOSILLO, SONORA Y SU  
APORTE HACIA UNA CIUDAD SUSTENTABLE

Biotecnia, vol. 19, 2017, pp. 27-33

Universidad de Sonora

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971095010>

- 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

# MORFOLOGÍA DE ISLA DE CALOR URBANA EN HERMOSILLO, SONORA Y SU APOORTE HACIA UNA CIUDAD SUSTENTABLE

## MORPHOLOGY OF THE URBAN HEAT ISLAND OF HERMOSILLO, SONORA AND THE CONTRIBUTION TOWARDS A SUSTAINABLE CITY

**Laura Mercado Maldonado\*, Irene Marincic Lovriha**

Posgrado en Humanidades con énfasis en Estudios en Arquitectura. División de Humanidades y bellas artes. Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

### RESUMEN

Ubicada al Noroeste de México, la ciudad de Hermosillo, Sonora, en las últimas décadas ha aumentado la superficie urbana, densidad poblacional y el tránsito vehicular, que producen un impacto climático y ambiental, como el fenómeno de Isla de Calor Urbana (ICU), definida como una cúpula sobre la ciudad con aire más caliente que a su alrededor (EPA, 2009), la cual genera una sensación térmica mayor en los espacios exteriores. Habitando en el desierto Sonora- Arizona y con clima cálido-seco, es primordial estructurar la ciudad de tal manera que el usuario pueda acercarse en la medida de lo posible al confort térmico exterior y disminuir los consumos de energía por aire acondicionado en los espacios interiores. Por esto, es importante demostrar la existencia de la ICU y morfología en la mancha urbana, por medio de mediciones durante el período cálido en transectos en los principales ejes viales de la estructura urbana. Obtener temperaturas superficiales, analizar la ICU y factores que intervienen en su formación, permitirían generar estrategias de mitigación de este fenómeno, lo que favorecerá la sustentabilidad de la ciudad.

**Palabras claves:** isla de calor urbana, temperatura superficial, confort térmico exterior, clima cálido seco, urbanismo sustentable.

### ABSTRACT

Located in the northwest of Mexico, the city of Hermosillo, Sonora, has increased over the last decades, the urban area, population density and vehicular traffic density, which produce a climate and environmental impact; as the Urban Heat Island (UHI) phenomenon, which consist in an air dome formed over the city, warmer than the surrounding air (EPA, 2009) which generates a higher thermal sensation in outdoor spaces. Living in the Sonora-Arizona desert a zone with warm-dry climate, it is essential to structure the city in such a way that enables users to get as close to outdoor thermal comfort as possible, decreasing the energy consumption due to air conditioning in the indoor spaces. This explains the importance of demonstrating the existence of the UHI and its morphology in the urban sprawl, by measurements during the summer, with transects in the main axes of the urban structure. The surface temperatures, the analysis of the UHI and the factors involved in its formation, would allow generating strategies to mitigate this phenomenon, improving the city's sustainability.

**Key words:** urban heat island, surface temperature, outdoor thermal comfort, hot desert climate, sustainable urbanism.

### INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad y la capacidad de adaptación de los seres humanos definirá la forma en que nos ajustamos exitosamente a la nueva situación del impacto en la climatología urbana. El proceso de urbanización genera cambios en los usos de suelo. Al aumentar las áreas construidas se disminuyen las zonas vegetales por lo que se ve afectado el balance energético, los hábitats naturales y el valor estético del paisaje. Hasta el 2015, se cuentan con 3,675,556 m<sup>2</sup> de áreas verdes (IMPLAN, Instituto Municipal de Planeación Urbana, 2006) en Hermosillo, lo cual representa el 2.08% de la superficie total urbana, traducidas en 5.14 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, presentando un déficit, ya que la OMS establece un mínimo de 9 m<sup>2</sup> por habitante. Así mismo, al aumentar el CO<sub>2</sub> con el uso de automóviles o sistemas mecánicos de climatización, contribuye al calentamiento global, provocando cambios en el medio ambiente traducidos en un aumento de temperatura y contaminación del aire (Higuera *et al.*, 2014).

El importante crecimiento demográfico que experimentó la ciudad de Hermosillo a lo largo de las décadas, también lo presenta en extensión territorial. El periodo de 1975, fue un parteaguas de un rápido e importante crecimiento territorial y en la última década 2000-2010, casi duplica el total de la superficie urbana que posee, teniendo al 2010 17,599.20 hectáreas, impactando el ecosistema del territorio y su medio ambiente (Tabla 1 y 2).

Dentro de una ciudad se experimentan distintas temperaturas comparadas con el área rural, diferenciando Islas de Calor Urbanas (ICU) existiendo distintas capas de estudio dentro de la misma (Figura 1). Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA (2005) existen dos tipos de ICU. La ICU superficial, se refiere a la capa inmediata al suelo y se caracteriza por ser más intensa durante el día, y la ICU atmosférica, contiene dos capas, la capa urbana o capa dosel (UC), refiriéndose a la capa de aire donde se vive desde el suelo hasta la máxima altura de los edificios. Oke (1987) lo ubica bajo una micro escala y el clima está determinada por la naturaleza inmediata de su alrededor como terreno, materiales, edificios, superficies y estructura urbana. La capa límite superficial (UBL) se refiere a la capa de aire adyacente

\*Autor para correspondencia: Laura Mercado Maldonado  
Correo electrónico: lawitas@hotmail.com

Recibido: 26 de junio de 2016

Aceptado: 19 de julio de 2017

**Tabla 1.** Crecimiento demográfico de Hermosillo y Sonora de 1930 a 2010. Fuente: Mercado L. con información de INEGI (2010), Álvarez (2009), SEDESOL, SEGOB, CONAPO (2012).

**Table 1.** Demographic growth of Hermosillo and Sonora from 1930 to 2010. Source: Mercado L. con información de INEGI (2010), Álvarez (2009), SEDESOL, SEGOB, CONAPO (2012)

Año	Ciudad Hermosillo (Ha)	Estado de Sonora (Ha)
1930	19,959	316,271
1940	18,601	364,176
1950	45,510	510,607
1960	95,978	783,378
1970	176,596	1,098,720
1980	297,175	1,513,731
1990	406,417	1,823,606
1995	504,009	2,085,536
2000	545,928	2,216,969
2005	641,791	2,394,861
2010	715,061	2,662,480

**Tabla 2.** Extensión territorial en Hermosillo de 1783 - 2010. Fuente: Mercado L. con información de Sainz (2003), SEDESOL, SEGOB, CONAPO (2012)

**Table 2.** Territorial extension in Hermosillo de 1783 - 2010. Source: Mercado L. con información de Sainz (2003), SEDESOL, SEGOB, CONAPO (2012)

Año	Superficie (Ha)
1783	23
1835	97
1920	315
1930	534
1975	3,695
1985	6,041
1990	7,336
2000	10,810
2009	14,555
2010	17,599.2

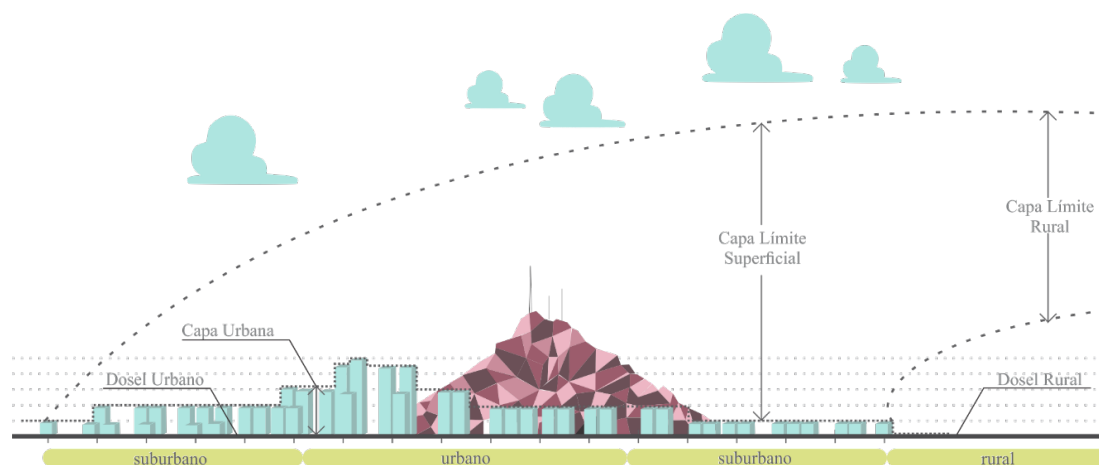
a la superficie de los techos de los edificios. Sobre ellos se presentan temperaturas distintas a las del suelo como consecuencia de la interacción entre la atmósfera y la superficie del edificio (García, 2006). Oke (1976), menciona el término bajo un concepto local refiriéndose a la porción de la atmósfera afectada por la presencia de área urbana como uso de suelo. El espesor de esta capa no es constante y presenta diferencias diurnas y nocturnas. El desierto tiene grandes capacidades de transferencia de calor y liberación del mismo por lo que si la temperatura aire se eleva, la superficie en contacto también y viceversa (Oke, 1987).

Este fenómeno impacta a las comunidades al necesitar un elevado costo de energía para enfriamiento interior, lo que provoca una sensación térmica mayor en exterior, por ello los últimos años se ha mostrado interés en el urbanismo sustentable, buscando el manejo de recursos naturales y urbanos de tal forma que se reduzca el impacto ambiental, gastos energéticos, consumo de agua, entre otros.

La energía consumida para enfriar un edificio se traduce en calor emitido hacia el exterior, aumentando la temperatura del aire y en consecuencia, provocando sensaciones térmicas mayores a las climáticas (Givoni, 1998). Tal es el caso de la ciudad de Hermosillo, Sonora, donde la cantidad de radiación recibida en el periodo de verano puede superar los  $1,000 \text{ W/m}^2$  (Universidad de Sonora, 2010) aumentando las temperaturas del suelo donde incide. Por ello, en el presente trabajo se ubica la morfología de la ICU superficial y la capa urbana de la ICU de Hermosillo, Sonora, lo cual resulta relevante en cuanto a planeación urbana, a manera de herramienta para el análisis y control de la ICU, para así acercarnos al confort térmico urbano y además disminuir los consumos por aire acondicionado, en busca de una ciudad sustentable.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se buscó determinar la ICU con un enfoque cuantitativo, con diseño experimental haciendo uso de estaciones tanto fijas como móviles, para realizar comparativas de ubicación y variables climáticas.



**Figura 1.** Perfil de Isla de Calor Urbana. Fuente: Mercado L. con información de Oke T., (1976).

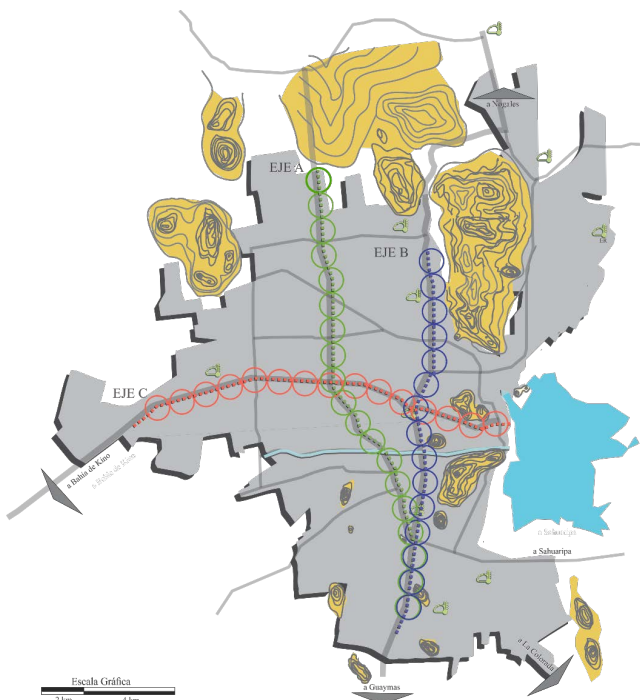
**Figure 1.** Urban Heat Island profile. Source: Mercado L. with information from Oke T., (1976).

Se seleccionaron 8 estaciones fijas distribuidas en la mancha urbana de la ciudad de Hermosillo de las cuales se realizaron pruebas en sitio para corroborar la precisión de la información, y tres ejes para cubrir longitudinalmente y transversalmente la superficie urbana (Tabla 3) con estaciones móviles, midiendo con el instrumento Kestrel 3000. El levantamiento de datos se realizó por transectos a cada kilómetro sobre tres ejes que forman parte de la jerarquía de la estructura vial de la ciudad (Figura 2). Como las temperaturas se ven afectadas por las superficies urbanas que las rodea, se seleccionaron tres horarios: 8h–9h, 13h–14h y 21h–22h. El trayecto se realizó en automóvil y el levantamiento de datos fue a nivel banqueta a 1.5 metros de altura sin ningún elemento o edificio adyacente que interfiriera con la medición.

**Tabla 3.** Ejes y recorridos móviles para levantamiento de datos sobre la mancha urbana. Fuente: Mercado L.

**Table 3.** Axes and moving paths for data collection on the urban sprawl. Source: Mercado L.

Eje	Recorrido	Longitud	Etiqueta
A	Inicio en carretera 15, centro ecológico, Blvd. Solidaridad, termina a la altura de Pueblitos	20 km	Solidaridad
B	Inicio en carretera 15, Centro Ecológico, Blvd. Agustín Vildósola, y termina en Blvd. Gustavo Mazón López y Blvd. Progreso	15 km	Vildósola-Morelos
C	Inicio en Blvd. Luis Encinas y Periférico Oriente, termina en carretera 26, aeropuerto	16 km	Luis Encinas



**Figura 2.** Transectos en ejes de recorrido móvil y estaciones fijas sobre la mancha urbana de Hermosillo, Sonora. Fuente: Mercado L.

**Figure 2.** Transects in mobile travel axes and set stations on the urban sprawl of Hermosillo, Sonora. Source: Mercado L.

Establecido el tiempo, lugar y hora del levantamiento de datos, se realizó un instrumento de registro de datos para capturar la información dividida en dos grupos, en el primero se depositan los parámetros climáticos de temperatura, humedad, vientos y radiación solar, y el segundo grupo captura información de la estructura urbana que rodea cada uno de los transectos, como porcentaje de vegetación, porcentaje de edificación, porcentaje de pavimentos, porcentaje de área cubierta, uso de suelo, ancho de las calles y altura de los edificios adyacentes.

Las mediciones se realizaron los días 26, 29 y 30 de agosto de 2015, cubriendo el periodo cálido. Se eligieron días típicos soleados, despejados y con vientos en calma.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se presentan resultados del período cálido, relevante para efecto de temperaturas superficiales y morfología del fenómeno de ICU. Los datos reflejados en la Tabla 4, muestran el transecto A, donde se localiza las temperaturas superficiales más altas con respecto al resto de los ejes, así mismo muestra las diferencias térmicas entre el día y la noche.

Por la mañana se tienen las temperaturas más bajas en los tres ejes, sobre el eje A, la temperatura varía desde los 30.1°C a los 37.1°C, sobre el eje B varía de los 31°C a los 34.4°C y sobre el eje C de 30.6°C a los 34.7°C, teniendo mayor amplitud por la mañana sobre el eje A, se infiere que entre más horas sol se encuentran expuestos los pavimentos se observa el incremento de las temperaturas superficiales y de la capa urbana.

Por la noche, varían en el eje A 31.8°C a los 34°C, sobre el eje B va desde los 31.4°C a los 34.2°C el eje C va desde los 30.7°C a los 34°C, obteniendo mayor amplitud por la noche el eje C, por causa del albedo de los materiales y la escasa vegetación en dicho transecto.

A medio día se tienen temperaturas desde los 37.6°C a los 42.7°C sobre el eje A, el eje B presenta oscilación de entre 38.1°C a los 42.1°C y sobre el eje C entre los 38.1°C a los 41.5°C, teniendo mayor amplitud el eje A con 5.1°C, esto a causa de factores como volumen de tránsito, densidad habitacional, uso de suelo y escasa vegetación. En este horario es donde se generan las ICU superficiales por su tiempo de exposición a la radiación solar que incide sobre las superficies.

Analizando el comportamiento a lo largo del día, sobre el transecto C, se observan las mediciones más bajas con respecto al resto de los ejes, por la mañana presenta temperaturas de 30.6°C y a medio día alcanza hasta 41.5°C, teniendo una amplitud de 10.9°C mientras que el transecto A la máxima amplitud es de 11.5°C.

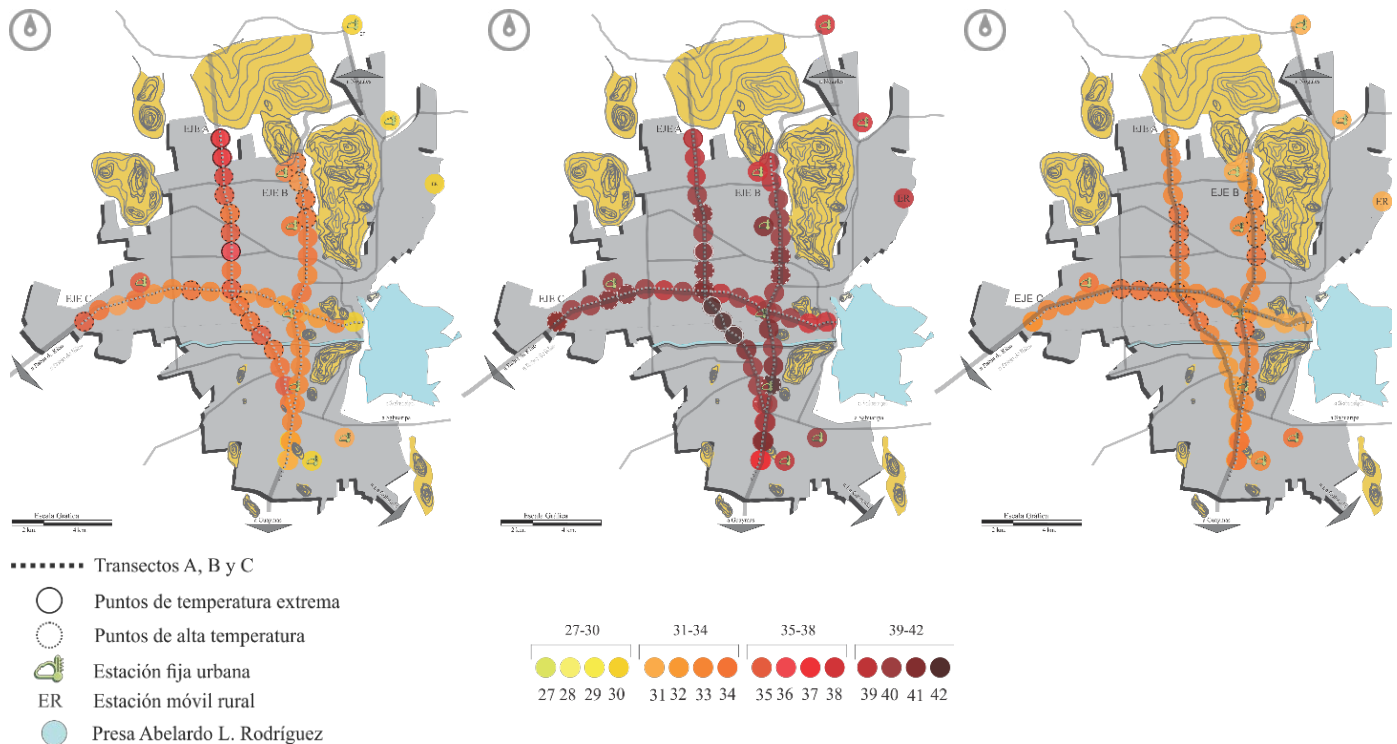
En la Figura 3, se muestran las temperaturas puntuales, correspondientes a las 8h, 13h y 21h; a las 8h, el eje A es el que presenta mayores temperaturas en su extremo Norte con 37.1°C, mientras que el eje C se mantiene con temperaturas más bajas con respecto a los demás ejes oscilando entre los 30.6°C – 34.7°C, las menores temperaturas se presentan

**Tabla 4.** Temperaturas en transectos A- Blvr. Solidaridad, en eje B- Blvr. Morelos y eje C. Blvr. Luis Encinas J. Fuente: Mercado L.**Table. 4.** Temperatures in transects A- Blvr. Solidaridad, en eje B- Blvr. Morelos y eje C. Blvr. Luis Encinas J. Source: Mercado L.

Eje A																			
8-9 hrs	30.1	30.6	33.3	34	34.8	33.8	34.3	34.8	34.4	34.3	34.9	33.7	36	35.2	34	35.5	35.5	36.6	37.1
13-14 hrs	37.6	40.7	38.3	38.8	40.1	40.2	41.2	42.7	42.6	42.7	41.5	41.4	41.2	40.2	41.5	40.4	39.7	39.6	39.8
21-22 hrs	31.8	32.2	32.2	31.8	32.3	32.4	32.2	33	33.5	33.5	33.2	33.4	34	33.7	33.5	33.5	32.9	33.2	32.5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Eje B																	
8-9 hrs	31	31.7	33.3	33.2	32.5	33.5	33.4	33.5	33.3	33.6	33.2	33.7	33.7	34.4	34.1	33.3	34.4
13-14 hrs	38.1	40	41.4	40.4	42.1	40.6	40.4	41.3	39.8	40.5	41.1	41.2	40.6	40.5	40.6	39.6	39.2
21-22 hrs	33.9	34.1	33.4	33.3	33.4	33.1	33.2	33.5	33.1	33.2	33.3	34.2	33.7	33.5	33.4	31.8	31.4
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Eje C																	
8-9 hrs	30.6	30.6	32.8	32.2	31.9	32.4	32.6	32.7	32.7	33.4	34	33.5	33.3	33.6	33.1	33.8	34.7
13-14 hrs	38.4	38.1	39.6	39.5	38.8	39.9	39.4	39.7	39.8	39.3	40.2	39.7	41	41	40.2	39.5	41.5
21-22 hrs	30.7	31.2	31.8	32.6	33	33.4	32.7	33.5	34	33.9	33.7	33	32.7	33.1	33.2	31.9	31.5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

**Figura 3.** Temperaturas puntuales superficiales de transecto A, B y C, a las 8h., 13h. y 21h. en Hermosillo, Sonora. Fuente: Mercado L.**Figure 3.** Land Surface temperatures of transects A, B and C, at 8h., 13h. and 9pm. on Hermosillo, Sonora. Source: Mercado L.



en el extremo Sur por la baja densidad habitacional del sitio y en el extremo Oriente por la cercanía a la presa Abelardo L. Rodríguez.

Con respecto a las 13h, teniendo en cuenta que ya existió un intercambio de energía sobre las superficies, el transecto que presentó mayores temperaturas fue el A, con 42.7°C, sobre el transecto 10 elevando la temperatura 8.4°C con respecto a las 8h en los puntos 8, 9, 10 y 11, que corresponden a la calle Dr. Domingo Olivares, av. de Alborada, av. Luis Donaldo Colosio y el blvr. Luis Encinas J. todos los puntos del eje se encuentran fuera del rango de confort para espacios exteriores de 30.5°C a 38.2°C establecida por Bojórquez (2010) en un estudio basado en una metodología de enfoque adaptativo, transversal y estadístico con regresión lineal, para obtener temperaturas neutras y rangos de confort térmico por nivel de actividad; el análisis se ejecutó en Mexicali B.C., clima similar a la región de Hermosillo, Sonora.

Por la noche el transecto A, destaca por su alta temperatura, y aunque lograron descender 9.2°C con respecto al medio día en los puntos centrales 8, 9, 10 y 11, la mayoría de los puntos no logran estar a la temperatura de la mañana aunque la mancha urbana tenga una hora de sombra ya que la calle aún no se recupera, aquí es donde el fenómeno de la Isla de Calor Urbana atmosférica se presenta teniendo temperaturas mayores por la noche suprimiendo la capa límite superficial de entre 100 a 300 metros, mientras que en el día la capa límite superficial se extiende de 1 kilómetro hasta 40 kilómetros.

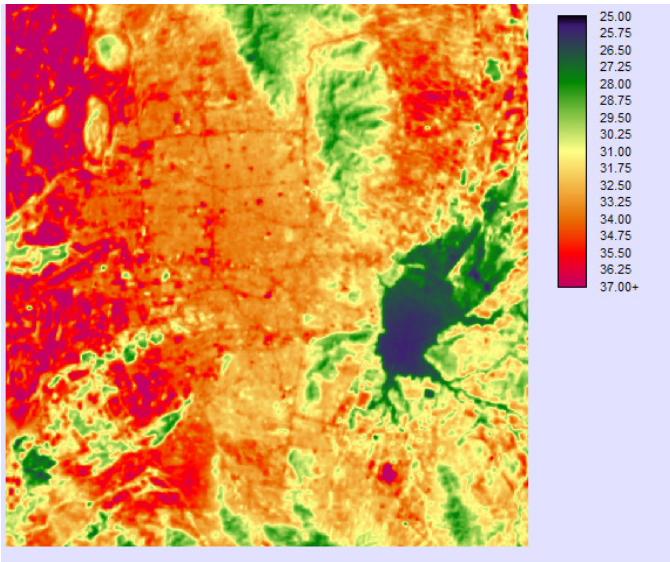
Las causas de formación de ICU, se da por la estructura urbana y las superficies urbanas, que influyen para el aumento o reducción de las temperaturas superficiales y con ello la capa urbana, que al mismo tiempo interactúa con la capa límite superficial. En la tabla 5, se muestran los datos del transecto A con los elementos del paisaje urbano registrados en los puntos con las temperaturas mayores.

Observando la zona, se tiene el 100% de área cubierta, así como de área edificada, debido a que es uno de las principales arterias de la ciudad, presenta un ancho de ocho carriles elevando los m<sup>2</sup> de superficie pavimentada. El volumen de tránsito en este sector va de 249 mil vehículos al día hasta 274 mil vehículos al día (IMPLAN, Instituto Municipal de Planeación Urbana, 2006) siendo el más alto que el resto de los cruces en la mancha urbana. La altura de los edificios varía, se tienen pocos edificios de 5 niveles sobre el punto nueve pero en su mayoría son de uno a dos niveles en los

puntos 8,10 y 11, lo que no favorece a provocar sombras en las superficies inmediatas. Se registra tan solo el 20% de vegetación en los puntos 9 y 10, y nulo en el 8 y 11. Estos elementos permiten conocer las causas de las intensidades, presencia y morfología de la ICU.

Con lo anterior se plantea una aproximación de la isla de calor superficial, sin embargo considerando que los datos no son en un mismo instante, se analizaron y procesaron imágenes satelitales LANDSAT8, tomando las 8 bandas para generar distintos gráficos y obtener los contrastes en uso de suelo y temperaturas, específicamente la banda 10 la cual se refiere a la banda térmica de baja ganancia térmica, utilizando el programa Terrset (Clark University, 2015) para su procesamiento y obtención de temperaturas superficiales, para realizar comparativas y con esto concluir la presencia de la Isla de Calor Urbana Superficial.

En la figura 4, se muestra la temperatura superficial de periodo cálido en Hermosillo, Sonora, donde predominan las temperaturas mayores a 35°C sobre el Poniente de la ciudad. Destacan con más de 38°C las zonas rurales, el área industrial, sobre el Blvd. Solidaridad y en algunos puntos dentro de la mancha urbana, lo cual coincide con la toma de datos en campo.

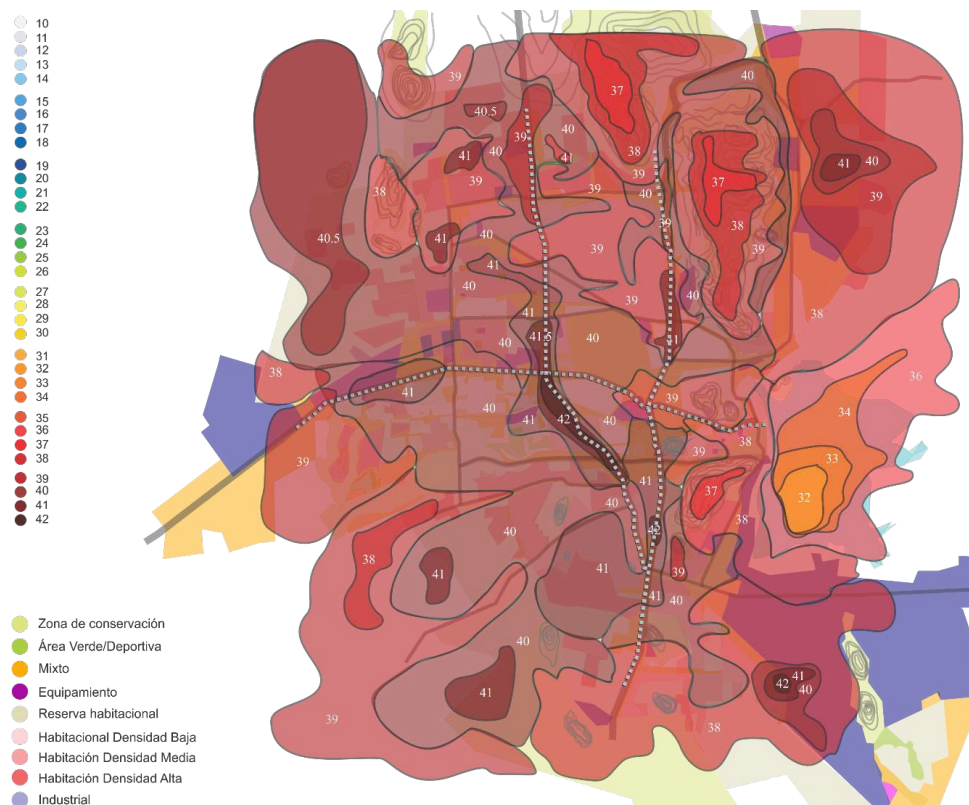


**Figura 4.** Temperatura superficial de periodo cálido de Hermosillo, Sonora. Fuente: Mercado L. con información de LANDSAT8, procesada en Terrset.  
**Figure 4.** Land Surface temperature of warm period of Hermosillo, Sonora. Source: Mercado L. with information from LANDSAT8, processed in Terrset

**Tabla 5.** Registro de datos en puntos 8, 9,10 y 11 sobre eje A-Solidaridad. Fuente: Mercado L.  
**Table 5.** Data recording in points 8, 9, 10 and 11 on axis A-Solidaridad. Source: Mercado L.

Punto	% Vegetación	% Pavimen- to	% Edificación	% Área cubierta	Ancho de calles (carriles)	Altura edificios (niveles)
8	0	100	100	100	8	2
9	20	100	100	100	8	2 - 5
10	20	100	100	100	8	2
11	0	100	100	60	8	1 - 2

Analizando lo anterior con el uso de suelo, volumen de tránsito, distribución de áreas verdes y densidad poblacional, se predice la morfología de la Isla de Calor Urbana sobre las temperaturas superficiales del Blvr. Solidaridad en el transectos A en los puntos 8, 9, 10 y 11, que corresponden a la calle Dr. Domingo Olivares, av. de Alborada, av. Luis Donaldo Colosio y el blvr. Luis Encinas J (Figura 5).



**Figura 5.** Predicción de Isla de Calor Urbana superficial de Hermosillo, Sonora. Fuente: Mercado L.  
**Figure 5.** Prediction of superficial Urban Heat Island of Hermosillo, Sonora. Source: Mercado L.

## CONCLUSIONES

La zona conurbana y Sur de la mancha urbana registran temperatura de 38°C, mientras que en la ciudad la más alta se da en 42°C en el Blvd. Luis Encinas J. y Solidaridad, uno de los ejes principales de la ciudad con el mayor volumen de tránsito vehicular, área que por las horas expuestas de sol de superficies como pavimentos y edificios con escasa vegetación, destaca como el punto máximo de temperatura del aire y superficial, afirmando la presencia del fenómeno ICU. Dentro de la mancha urbana se observan algunos puntos que destacan por sus altas temperaturas, en ellos se desarrolla industria pesada, industria ligera, corredor comercial o mixto, provocando estos saltos entre un punto y otro.

La identificación de la ICU de Hermosillo, Sonora, y su morfología, facilita el estudio de factores que intervienen en el incremento de la temperatura. Al contrastar la ubicación de la ICU más intensa con la densidad de población, el volumen de tráfico vehicular, la distribución de áreas verdes y edificadas, u otros elementos de la estructura urbana, se obtienen datos para definir medidas de mitigación de la ICU,

así como para la toma de decisiones en el diseño o rediseño urbano, estrategias ambientales, políticas públicas y con ello favorecer las condiciones de habitabilidad de la ciudad.

## REFERENCIAS

- Álvarez, R. B., 2009. *Hermosillo, una visión de futuro*. Hermosillo, Sonora: Universidad de Sonora.
- Bojórquez Morales, G., 2010. *Tesis*. Colima: Programa interinstitucional de doctorado en arquitectura.
- Clark University, 2015. *TerrSet*. Worcester MA : s.n.
- Cueto, O. R. G., 2006. *Balance de energía y capa límite superficiales sobre distintos usos de suelo en la Cd. de Mexicali B.C.*. s.l.:Universidad Nacional Autónoma de México..
- EPA, E. P. A., 2009. *Urban Heat Island Basics, Reducing Island Heat Islands Compendium of Strategies*. *Environmental Protection Agency, U.S.*.
- Givoni, B., 1998. *Climate Considerations in Building and Urban Design*. 1 edición ed. Nueva York: Wiley & sons.
- Higuera, A. C., Cueto, R. G., Camacho, O. L. & Navarro, F. F. G., 2014. Detección de la Isla Urbana de Calor mediante Modelado Dinámico en Mexicali, B.C., México. *Información Tecnológica*, Volumen 25, pp. 139-150.

- IMPLAN, (Instituto Municipal de Planeación Urbana), 2006. *Plan Municipal de Desarrollo Urbano*, Hermosillo, Sonora: s.n.
- INEGI, 2010. *Instituto nacional de estadística y geografía*. [En línea] Available at: <http://www.inegi.org.mx/> [Último acceso: 2014].
- Oke, T., 1976. The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands. *Atmosphere*, 14(4), pp. 268-277.
- Oke, T., 1976. The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands. *Atmosphere*, 14(4), pp. 268-277.
- Oke, T. R., 1987. *Boundary Layer Climates*. Segunda Edición ed. s.l.:London Editorial.
- Sainz, E. M., 2003. *Hermosillo en el siglo XX, Urbanismos inclompletos y arquitecturas emblemáticas*. Hermosillo, Sonora: El Colegio de Sonora.
- SEDESOL, SEGOB, CONAPO, 2012. *Catálogo Sistema Urbano Nacional*, México: Secretaría de Gobernación.
- Universidad de Sonora, 2010. *Laboratorio de Energía, Medio Ambiente y Arquitectura*. [En línea] Available at: [http://www.lemma.arq.uson.mx/?page\\_id=80](http://www.lemma.arq.uson.mx/?page_id=80) [Último acceso: 2014].