

## **Identificación de una isla de calor en el Distrito Federal con datos del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU)**

Autores: María del Rosario González Montaña y Roberto Gerardo Mora Castillo.  
Escuela Nacional Preparatoria Plantel 1 y Escuela Nacional Preparatoria Plantel 7.  
Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Distrito Federal, México.  
[chayogm@gmail.com](mailto:chayogm@gmail.com) y [robertomoracastillo@gmail.com](mailto:robertomoracastillo@gmail.com)

**Resumen:** El objetivo de este trabajo es demostrar la utilidad de los datos del PEMBU tales como temperatura y precipitación, los cuales se obtuvieron de la estación meteorológica del plantel 7 y de otros planteles de la Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México, cuya finalidad es la de identificar una isla de calor, considerando las temperaturas máximas superiores a 32°C y con ello proponer soluciones que mitiguen ese problema, ya que las islas de calor de las ciudades del mundo pueden ser factores que contribuirían al calentamiento global del planeta.

**Metodología:** Con base en los datos de las estaciones meteorológicas del Bachillerato Universitario se ha identificado una *isla de calor* en el entorno del Plantel 7. La principal causa de esta situación es la urbanización, debido a la presencia excesiva de pavimento, tráfico vehicular, construcciones para áreas habitacionales, comerciales e industriales; además de que cada día disminuyen las áreas verdes.

**Resultados:** Al hacer las gráficas de las temperaturas máximas de los diferentes planteles, se realizó un mapa de isotermas del Distrito Federal en el cual se observó la zona donde está la isla de calor, específicamente en el Plantel 7. Los efectos observados de una *isla de calor* van desde aguaceros, tormentas eléctricas, vendavales y granizadas hasta deshidratación y enfermedades intestinales en los seres humanos.

**Conclusiones:** La comprensión del origen de la formación de las islas de calor nos da la base para buscar alternativas que disminuyan este fenómeno atmosférico, pero en algunos casos la aplicación de soluciones es difícil. Por ejemplo, el cambio en la planificación de la superficie urbana a través del espaciamiento de las edificaciones, generalmente no es factible. Sin embargo, otras estrategias son posibles, por ejemplo, difundir el cambio de los techos por azoteas verdes y modificar el pavimento a blanco o de otro color claro.

## Identificación de una isla de calor en el Distrito Federal con datos del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario



El Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) es uno de los *proyectos institucionales* de la Universidad Nacional Autónoma de México el que vincula las funciones sustantivas de docencia e investigación, las dependencias y los niveles educativos de la UNAM, en los que participan conjuntamente los Subsistemas del Bachillerato y de la Investigación Científica. Las estaciones están ubicadas en los planteles del Bachillerato, 9 pertenecen a la Escuela Nacional Preparatoria; 5 al Colegio de Ciencias y Humanidades y en el Centro de Ciencias de la Atmósfera CCA en Ciudad Universitaria.

La información meteorológica que se obtiene en las 15 estaciones corresponde a la temperatura, la presión atmosférica, la dirección y velocidad del viento, la humedad, la precipitación, la radiación solar y el índice UV, entre otras.

Con el uso de los datos de temperatura, humedad y precipitación del año 2011 se hicieron los Climogramas y fue posible identificar la Isla de Calor Urbana.

La isla de calor es una condición atmosférica que se presenta en las grandes ciudades y consiste en el rápido aumento de la temperatura desde el exterior hacia el centro urbano, donde los edificios y el asfalto desprenden por la noche el calor acumulado durante el día.

Los valores límite para definir una onda de calor varían geográficamente. Para el caso de la Ciudad de México (2,250 msnm) se ha adoptado 30°C como valor límite cuando se presenta durante tres días seguidos o más y una temperatura mínima de 25°C como promedio. Estos eventos ocurren al final de la estación seca durante los meses de marzo a mayo cuando la humedad relativa alcanza el mínimo (20%), lo cual favorece el estrés por calor.

### Su relación con el calentamiento global

El efecto Isla de Calor Urbano (ICU) se refiere a una escala local, comparando por ejemplo, lo que sucede entre un área urbana y una rural, mientras que el calentamiento global se refiere al incremento gradual de la temperatura del planeta.



Aunque se trata de dos fenómenos distintos, las islas de calor producidas en verano contribuyen al calentamiento global por el mayor requerimiento energético como el uso de sistemas de refrigeración. Se deduce de esto que combatir el efecto ICU contribuiría a disminuir el calentamiento global.

La temperatura en las ciudades es mayor que en las zonas verdes que las rodean, debido al calentamiento del aire, la evapotranspiración de la vegetación y el calor almacenado en la zona urbana. En las ciudades las áreas húmedas o las que producen humedad son muy reducidas y los materiales de construcción tienen una cantidad de energía constante.

En el perfil de una Isla Urbana de Calor se nota que la presencia de las edificaciones, industria, pavimento medios de transporte y mayor población hacen que en el centro de la ciudad la temperatura sea más alta, mientras que en las zonas periféricas y rurales la temperatura disminuye.

La mayor parte de las áreas verdes de la zona metropolitana de la Ciudad de México se encuentran hacia el suroeste y al sur donde están ubicadas las Sierras del Ajusco y la Sierra del Chichinautzin. En el Distrito Federal la excesiva urbanización, el aumento del tráfico y de la población humana, han originado la diferencia máxima de temperatura entre el área urbana y rural, normalmente es de 3 a 5 °C. En días especiales, según las características meteorológicas, la diferencia de temperatura puede llegar a ser de hasta 10 °C, por ejemplo la zona centro de la Ciudad de México y una rural, como en Milpa Alta y la zona chinampera de Xochimilco.



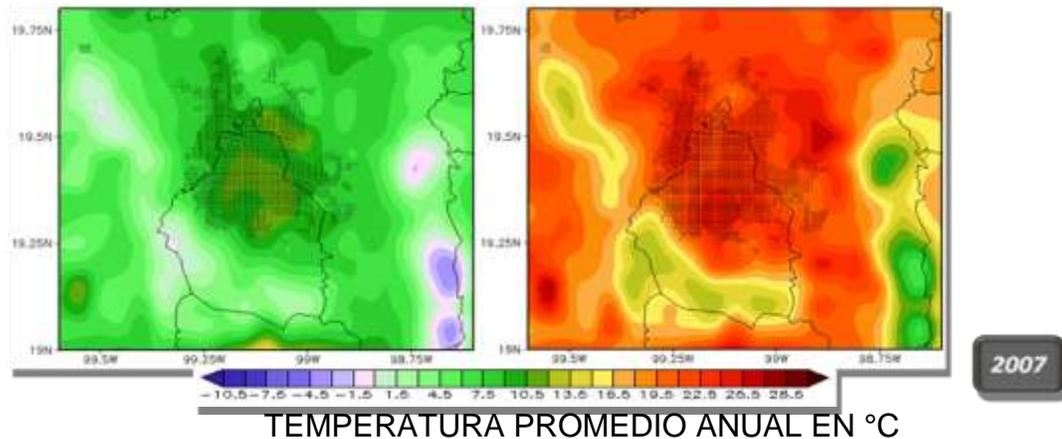
Las Islas de Calor Urbano se deben a varios factores: los atmosféricos, los antropocéntricos y las estaciones del año. De entre los atmosféricos está principalmente la temperatura, sin embargo también intervienen la velocidad y dirección del viento, la presencia de nubes, la presión atmosférica, la humedad y la precipitación. Las estaciones son por demás importantes ya que las Islas de Calor son más fuertes a fines de la primavera y principios del verano. En especial durante la estación seca.

Los factores antropocéntricos son los que más intervienen para la modificación del tiempo atmosférico. Estos son: la contaminación provocada por el tráfico que contribuye al aumento del efecto invernadero, mayores áreas pavimentadas y construcciones que van invadiendo las áreas verdes provocando la deforestación.

Las islas de calor del verano aumentan la demanda de energía para aire acondicionado, produciendo a su vez más calor, los gases de efecto invernadero,

favorecen la formación del smog. Las islas de calor también pueden afectar en forma directa la salud humana exacerbando el estrés por el aumento de temperatura.

En invierno algunas ciudades pueden verse beneficiadas por el fenómeno de la Isla de Calor, lo que redundaría en un menor consumo de energía para calefacción, aunque estas mismas ciudades se verán afectadas en verano. En suma, el impacto para la ciudad es más negativo en verano que en invierno.



Aproximadamente la mitad de la población del mundo vive actualmente en ciudades y se espera que esta cantidad aumente al 61% para el 2030. La alta tasa de urbanización, especialmente en los trópicos, implica que en un futuro, un número de personas cada vez mayor se verá expuesto a los impactos que resultan de la isla de calor.

Varios factores contribuyen a la ocurrencia e intensidad de las islas de calor; como ya anteriormente, estos incluyen: clima, localización geográfica, hora del día y estación, forma y actividades que se desarrollan en la ciudad.

El clima, en particular el viento y las nubes, influyen en la formación de islas de calor, las magnitudes son mayores bajo condiciones climáticas calmadas y claras. A medida que los vientos aumentan, mezclan el aire y las reducen. La presencia o ausencia de las nubes puede modificar el efecto.

El método para identificar la Isla de Calor fue analizando la temperatura y la precipitación de 12 estaciones meteorológicas ubicadas en los distintos puntos de la Ciudad de México, con esos datos se realizaron Climogramas que ayudaron a determinar cuáles eran las estaciones que podían formar el área de mayor índice de calor, el mes en que se presentaba y la temporada de lluvias predominante.

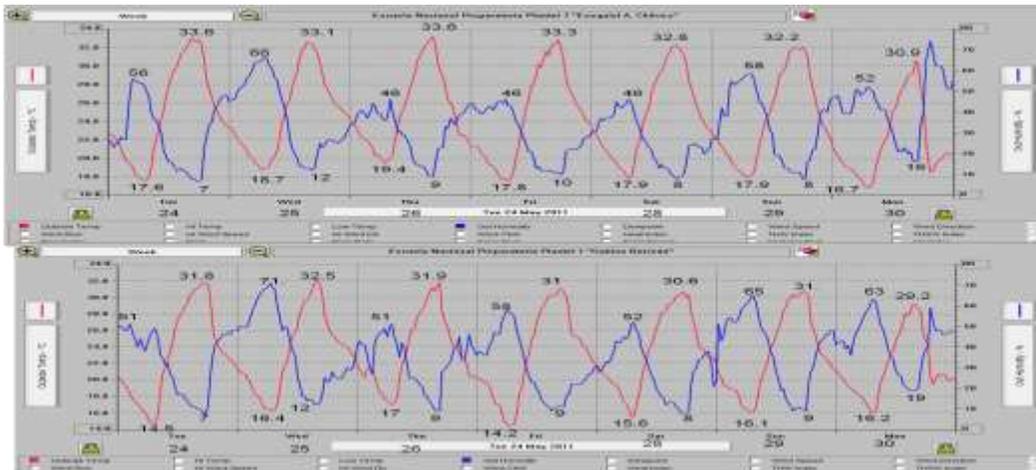
Uno de los cuadros que se presentan en esta investigación corresponde a las temperaturas máximas *maximorum*. En ella destacan con las mayores temperaturas las Preparatoria 7 y 3 y el Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo.

Temperaturas máximas de 12 estaciones del PEMBU en 2011												
	prepa 1	prepa 2	Prepa 3	Prepa 4	Prepa 5	prepa 6	Prepa 7	Prepa 8	Prepa 9	CCH V	CCH N	CCH S
	32.5	32.4	32.9	31.6	31.8	32	33.6	30.9	31.6	33.2	28.3	31.2
Ene	24.9	25.1	25.5	25.2	25.2	25.6	25.6	24.2	24.8	25.8	22.2	24.2
Feb	26.1	26.7	27.3	26.1	26.8	27.2	27.3	25.9	26.1	27.6	23.8	25.8
Mar	28.9	29.3	29.8	28.1	29.1	29	29.7	27.8	28.1	30.2	25.2	27.7
Abr	30.6	31.3	31.4	30.2	30.4	30.3	32	30.3	30.2	31.6	27.5	30
May	32.5	32.4	32.9	31.6	31.8	32	33.6	30.9	31.6	33.2	28.3	31.2
Jun	29.8	29.1	29.4	28.1	28.4	29.1	30.8	27.8	28.1	30	25	27.5
Jul	25.9	26.2	27.2	25.7	26	25.9	27.5	25.3	25.7	27.1	23	25.1
Ago	27.6	28	29.3	27.3	27.6	28.4	32.6	27.7	27.3	29.6	24.4	27.1
Sep	26.6	27.6	28.6	26.8	27.6	27	28.1	26.4	26.8	28.2	22.6	26.1
Oct	26	26.1	27.8	25.6	25.9	26.6	26.5	25.2	25.6	27	22.1	24.6
Nov	26.7	25.7	26.3	25	25.7	22.6	26.4	24.9	25	26.5	21.9	24.3
Dic	26.6	26.9	23.9	22.8	23.1	21.4	26.3	20.6	22.8	22.6		22.6
Prom	27.7	27.9	28.3	26.9	27.3	27.1	28.9	26.4	26.8	28.3	24.2	26.4

Uno de los varios impactos derivados del cambio climático en México, será el incremento de las ondas de calor, caracterizadas por el aumento súbito de la temperatura (entre 5 y 7 grados centígrados o más) en un promedio de tres o cuatro días, y al asociarse con la humedad relativa crean un ambiente al que es difícil adaptarse.

Como parte de tales efectos, en México el clima ahora es más extremo; en época de lluvia se registran inundaciones, en invierno se agudiza el frío y durante la temporada de calor se incrementa la temperatura, las personas de la tercera edad y bebés recién nacidos pueden sufrir deshidratación, y en los casos más graves una onda de calor les puede ocasionar la muerte. Ante tales efectos, es conveniente mantenerse hidratados y quienes tengan al alcance sistemas de enfriamiento artificial, no deben dudar en utilizarlos.

En estas graficas se realizó el análisis de temperatura y humedad de las estaciones de los planteles 7 y 1 correspondientes a la semana del 24 al 30 de mayo del 2011. En el plantel 7 se observaron los siete días con una temperatura superior a los 30°C, mientras que en el plantel 1 hubo 6 días con esas condiciones. La humedad en las horas más cálidas generalmente era menor al 10%. Por lo tanto, ambas estuvieron en una misma Isla de Calor.

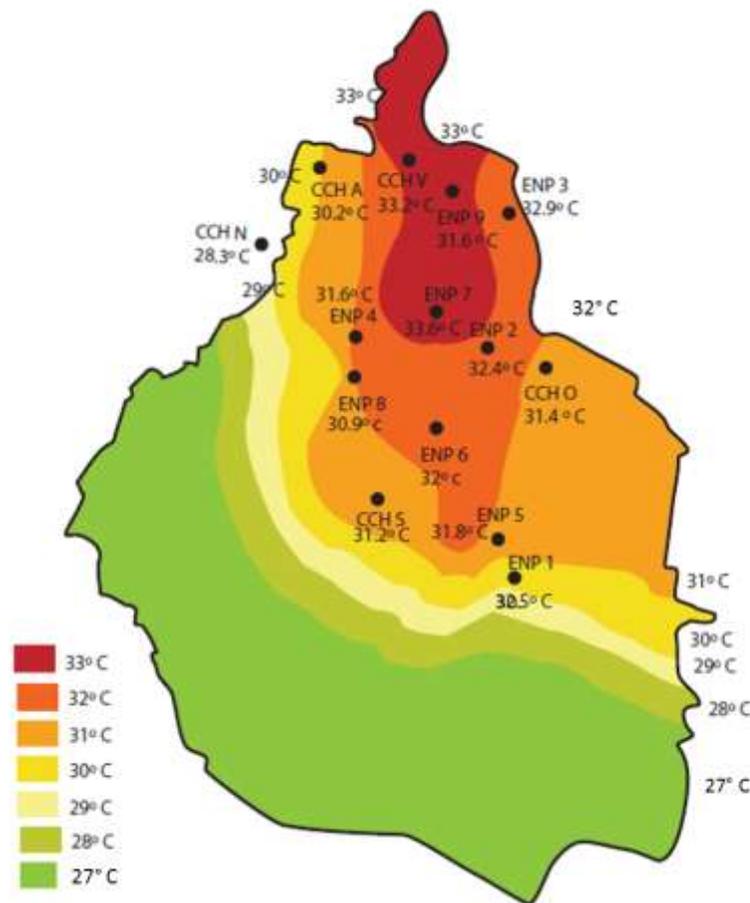


Se analizaron los climogramas de 12 estaciones y en casi todas, la temperatura máxima supera los 30°C, a excepción del Plantel CCH Naucalpan que registra como máxima *maximorum* 28.3. Esto debido a su mayor altitud en relación con las otras estaciones del Distrito Federal. Los planteles 8 y 4 llegan a los 30°C. Sin embargo los que se encuentran ubicados en el norte y centro llegan a registrar temperaturas superiores a los 31°C, los cuales se integrarían en la Isla de Calor por presentar más de 3 días seguidos con este índice de calor.

A continuación algunos ejemplos de Climogramas los de las preparatorias 7 y 1. En ellos podemos notar la diferencia en cuanto a los meses en que se presentan las más altas temperaturas y los meses de precipitación. Es de notar que en el Plantel 7 el mes más lluvioso fue julio y en el plantel 1 correspondió a septiembre. En ambos el mes más frío fue noviembre.



Con los datos de las temperaturas Máximas *maximorum* presentadas en el mes de mayo de 2011 se elaboró el mapa de isotermas con la finalidad de identificar la Isla de Calor. Los colores del rojo al naranja indican las isotermas mayores a 31° C. Por lo tanto la zona de los planteles 7, 9 y CCH Vallejo con 33°C se debe considerar una Isla de Calor de mayor intensidad. Si se toman en cuenta los 30°C como referencia, la mayor parte del Distrito Federal sería una gran Isla de Calor Urbano.



MAPA DE TEMPERATURAS MÁXIMAS MAXIMORUM DEL DISTRITO FEDERAL EN 2011

### Conclusiones

El organismo humano siempre trata de mantener la temperatura a 37 °C; cuando hace mucho frío se vale de algunos mecanismos naturales para calentarse y cuando hace calor el corazón bombea sangre a la piel para generar sudor y refrescarlo, pero cuando se presentan ondas de calor, la adaptación del corazón de los individuos más vulnerables se dificulta y muchas veces las consecuencias derivan en paros cardiacos.

En México es cada vez más frecuente este fenómeno, por lo que se requieren medidas para evitar daños en la población. En la ciudad de Chicago, Estados Unidos, en el año de 1995 se registró una onda de calor que provocó la muerte a 700 personas y en el verano del 2003 ocurrió algo similar en Europa, donde se estima que murieron 50 mil personas.

La comprensión de los mecanismos físicos subyacentes a la formación de las islas de calor provee la base para el desarrollo de controles que pueden promover o aliviar las islas de calor, pero en algunos casos la aplicación de esos controles es difícil. Por ejemplo, el cambio extenso en la geometría de la superficie urbana a través del espaciamiento de las edificaciones, generalmente no es factible. Sin embargo, otras estrategias son posibles -por ejemplo, usar tejados y pavimentos blancos o de otro color claro.

Una solución de tipo biológico es usar vegetación para reducir el calor urbano. La vegetación provee importantes efectos de sombra al igual que enfriamiento a través de la evaporación. Algunos ejemplos incluyen: sembrar árboles alrededor de edificaciones individuales para sombrear las superficies urbanas y así reducir su temperatura. Esto conduce a reducciones en el uso de energía para el aire acondicionado, los contaminantes se depositan en los árboles

Las azoteas verdes utilizan vegetación viva para reducir la acumulación de calor de las edificaciones. El dueño se beneficia con menores costos de consumo de energía

La creación de espacios verdes tales como parques puede ser usada para ayudar al enfriamiento de los vecindarios que reducen el gas de efecto invernadero y las emisiones contaminantes provenientes del uso del aire acondicionado.

## **MESOGRAFÍA**

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2\\_Clima\\_Urbano/-\\_Efecto\\_isla\\_de\\_calor\\_3x6.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Clima_Urbano/-_Efecto_isla_de_calor_3x6.html)  
<http://arbolurbano.wordpress.com/2008/11/28/isla-de-calor-urbana/>  
<http://teknociencia.wordpress.com/2009/04/15/ciudades-islas-de-calor/>  
[http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/urban\\_heat.html&lang=sp](http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/urban_heat.html&lang=sp)  
[http://www.bbc.co.uk/mundo/cultura\\_sociedad/2009/12/091209\\_phoenix\\_calor\\_faa.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/cultura_sociedad/2009/12/091209_phoenix_calor_faa.shtml)  
<http://www.sma.df.gob.mx/imecaweb/boletin/bol0506/pdf/05.pdf>