



UN ACERCAMIENTO A CARACTERIZAR LA ISLA DE CALOR EN CUENCA, ECUADOR

Vanessa Guillén-Mena¹ y Diana Orellana Valdez²

¹Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, vanessa.guillen@ucuenca.edu.ec;

²Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica Indoamérica de Ambato, diana.orellana.valdez@gmail.com

1. Resumen

El estudio de la isla de calor es importante en ciudades sudamericanas que vienen experimentando un rápido crecimiento económico, cuya principal consecuencia es el aumento de poder adquisitivo y con ello el incremento de suelo impermeable. Los altos niveles de densidad poblacional, la disminución de áreas verdes, la expansión de suelo artificializado, el aumento de contaminación vehicular, y la intensificación de las actividades humanas, entre otras, son causantes del calor urbano.

Este incremento térmico tiene repercusiones directas en el confort y la salud como el estrés térmico y las enfermedades respiratorias producidas por la retención de gases contaminantes en el ambiente, entre otros. A pesar de que Cuenca cuenta con un clima templado presenta una alta oscilación térmica diaria, al mediodía el calor alcanzado es alto y supera ampliamente las necesidades de captación solar para obtener confort térmico, que incrementa por el calor antropogénico generado, entre otros factores.

El presente estudio analiza el crecimiento de la ciudad desde 1990, identifica las actividades predominantes y la reducción de suelo permeable. Compara 9 estaciones meteorológicas con el objetivo de establecer unos rangos de variación térmica entre el centro urbano y la periferia. Se interpretan imágenes satelitales que permiten identificar las zonas con mayor temperatura superficial y relacionar elementos urbanos causantes de las variaciones térmicas. Los resultados obtenidos de estos dos análisis permiten un acercamiento a la caracterización de la isla de calor en la ciudad.

Palabras Claves:

Isla de calor urbano, Ecuador, temperatura ambiente, clima urbano, cambio climático



2. Introducción

Se conoce como isla de calor urbano (ICU) al aumento de temperatura de la ciudad en relación al medio rural inmediato (Palme, Lobato, *et al.*), este fenómeno se debe a las complejas estructuras urbanas que se han diseñado, a la predominancia de superficies impermeables y fuentes de calor antropogénico. La diferencia de temperatura entre las áreas urbanas y rurales se conoce como intensidad de isla de calor y su valor varía según las condiciones del lugar. Entre los factores que influyen en esa diferencia térmica está el diseño de las calles, altura de las edificaciones, escasez de vegetación, materiales poco reflectivos, carreteras llenas de vehículos y gente, la disminución del factor de vista al cielo, etc. Otros aspectos que pueden modificar la intensidad de las islas de calor son los elementos climáticos como la velocidad del viento, la nubosidad y la radiación solar (Rizwan *et al.*, 2008; Memon e Leung, 2010)

El sobrecalentamiento urbano causado por el calor antropogénico y la incidencia de radiación solar que calienta el ambiente de manera directa e indirecta (a través del almacenamiento de radiación en forma de energía térmica en las estructuras urbanas tales como: paredes, techos, zonas pavimentadas, etc., (Rizwan *et al.*, 2008)) no solo trae repercusiones en el consumo de energía de las edificaciones, sino que también en el confort de los espacios públicos, especialmente en épocas de verano (Chen *et al.*, 2016).

En climas fríos la ICU podría ser considerada como positiva por elevar la temperatura urbana y con ello reducir la demanda por calefacción, sin embargo, no lo es tanto porque a gran escala incrementa el efecto del calentamiento global (Palme, Villacreses, *et al.*). Otro causante es el aumento de la población en áreas urbanas, lo que ha generado una gran presión sobre el medio ambiente natural y construido, pues la urbanización genera cambios significativos en las superficies naturales y en la morfología de la construcción alterando las propiedades higrotérmicas y aerodinámicas del entorno, dando lugar a un nuevo clima introducido por el hombre (Inostroza, 2014).

La ICU en un contexto de cambio climático puede introducir efectos negativos en la salud a través del estrés térmico y la estimulación del ozono troposférico a nivel del suelo lo que puede originar enfermedades respiratorias. También puede causar el deterioro del clima en el espacio público generando serios desafíos en el confort térmico humano y la salud de las ciudades (Rizwan *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2016).

En las próximas décadas la planificación urbana sostenible debe promover la generación de medidas para mitigar los efectos locales del cambio climático, con ciertas estrategias que permitan reducir los efectos de la ICU. Algunas estrategias sugieren el incremento de vegetación en áreas urbanas, el análisis de la forma urbana respecto a la altura y espacios entre edificaciones, y la modificación del albedo en las superficies de los espacios públicos. Entre los muchos factores que determinan la calidad de los espacios públicos, el microclima urbano juega un rol importante, ya que las personas se encuentran expuestas directamente a su entorno inmediato en términos de variación de la luz del sol, sombra, cambios en la velocidad del viento y otras variables. La percepción de confort está fuertemente influenciada por el microclima, y esto a su vez en la decisión de usar o no un determinado espacio (Martins *et al.*, 2016).



2.1. Casos de estudio a nivel internacional

Estudios realizados en Singapur han identificado que la máxima variación de temperatura ambiente es de 4 °C, registrando mayor variación durante la noche y madrugada. En Tokio se ha identificado que la intensidad de isla de calor varía de un punto a otro, gracias a un experimento realizado en un vehículo en movimiento se determina que la temperatura de las superficies varía alrededor de 8 °C, el mismo estudio pero utilizando datos satelitales revela diferencias térmicas en la superficie de suelo de hasta 12 °C.

Un estudio en Corea del Sur muestra que la diferencia de "intensidad de ICU" (IICU) entre la temperatura ambiente y la temperatura superficial es alta, pues al utilizar los datos meteorológicos se identifica que en el primer caso alcanza los 3.4 °C, mientras que con datos satelitales la temperatura de la superficie asciende a 8 °C. En Atlanta ocurre algo similar pues al utilizar modelaciones con programas informáticos, se determina que la IICU de temperatura ambiente es de 0.6 °C, mientras que en temperatura superficial el valor se duplica. En la Tabla 1 se puede apreciar la IICU de varias localidades utilizando diferentes métodos. (Rizwan *et al.*, 2008).

Tabla 1: Intensidad de Isla de Calor en cuatro países según la zona, método y tipo de temperatura.

Área	Método	Tipo	IICU (°C)
*Tokio	Recolección de datos en vehículo	Temperatura superficial	8
*Tokio	Recolección de datos satelitales	Temperatura superficial	12
*Atlanta, USA	Modelado	Temperatura superficial	1,2
*Atlanta, USA	Modelado	Temperatura ambiente	0,6
*Seúl	Estación meteorológica	Temperatura ambiente	3,4
*Seúl	Datos satelitales	Temperatura superficial	8
*Fairbanks	Estación meteorológica	Temperatura ambiente	1
*Polonia	Estación meteorológica	Temperatura ambiente	12

*Los datos de los países repetidos cuentan con la misma área pero diferente método o tipo de dato recolectado.

Fuente: (Rizwan *et al.*, 2008)

La temperatura superficial tiende a ser mayor que la temperatura del ambiente debido a que la incidencia de radiación solar indirecta es superior a la radiación solar directa (calienta el ambiente por igual y simultáneamente a las áreas urbanas y rurales), y por ello junto al calor antropogénico son los principales causantes de la ICU. El calor antropogénico depende del tipo de energía que se utilice y momento del día, mientras que el calentamiento del ambiente de manera indirecta depende de la radiación solar, el diseño de los asentamientos y las propiedades de los materiales (Rizwan *et al.*, 2008).

2.2. Aproximación a las islas de calor en Ecuador

A nivel nacional existen estudios realizados sobre islas de calor en ciudades cálidas como Manta, Esmeraldas y Guayaquil, pues se han visto afectadas por el cambio climático ya que la temperatura y las precipitaciones han mostrado un aumento en sus valores. Al igual que en otras localidades, el problema de las islas de calor de éstas



ciudades, se debe al proceso de densificación, ausencia de vegetación y al bloqueo de la brisa por las altas edificaciones en la costa. En base a un estudio generado sobre las tres ciudades antes mencionadas para identificar el incremento de la temperatura con el pasar de los años y la intensidad de la isla de calor (Palme, Lobato, *et al.*), se ha empleado como metodología la simulación de escenarios de temperatura ambiente del área urbana y rural en la actualidad y en 50 años, como resultado de dicha investigación la combinación de ambos efectos (calentamiento global e ICU) se ha identificado que, durante el día podría observarse un incremento de la temperatura en 3 °C y por las noches en 5 °C. En general, el calentamiento global afecta en 2 °C; y como consecuencia final el aumento significativo en la demanda por refrigeración.

En el caso particular de la ciudad de Guayaquil, que ha tenido un desarrollo urbano muy irregular, con cierto grado de expansión y aumento de edificios en altura, se encuentra que la ICU es mayor en unas zonas que otras. En la investigación de (Palme, Villacreses, *et al.*) las simulaciones generadas para identificar el efecto de las islas de calor en Guayaquil en unas determinadas zonas de estudio que involucran el centro de la ciudad y las zonas de expansión, se identificó que durante el día existe una mayor variación de temperatura urbana con respecto a la rural, mientras que en otras zonas en la noche se experimentó un mayor valor. Demostrando que la intensidad del efecto varía de zona a zona en función de la configuración morfológica de la ciudad.

Uno de los aspectos que cumple un rol importante es la reflectancia de los materiales, en el caso de Ecuador se carece de información precisa al respecto, es por ello que la investigación de Palme genera a través de estudios en laboratorio los siguientes resultados en base a los materiales más utilizados en Guayaquil:

Tabla 2: Valores de reflectividad de los materiales comúnmente utilizados en los techos de Guayaquil.

Material	Reflectancia	Método
Acero y zinc nuevo	0,72	ASTM E903
Aluminio y zinc nuevo	0,68	ASTM E903
Fibra de cemento nuevo	0,48	ASTM E903
Plancha metálica roja	0,23	ASTM E903
Plancha metálica verde	0,2	ASTM E903
Aluminio y zinc usado	0,51	Akbari
fibra de cemento usado	0,32	Akbari
Cerámica	0,29	Akbari

Fuente: Universidad ESPOL, (Palme, Villacreses, *et al.*).

3. Metodología

El presente estudio se desarrollan 3 etapas: La primera consiste en hacer un análisis sobre el área de estudio en cuanto al crecimiento de la población, sus condiciones climáticas y características antropogénicas. La segunda consiste en generar un análisis de las diferentes estaciones meteorológicas que se encuentran en la ciudad, abarcando



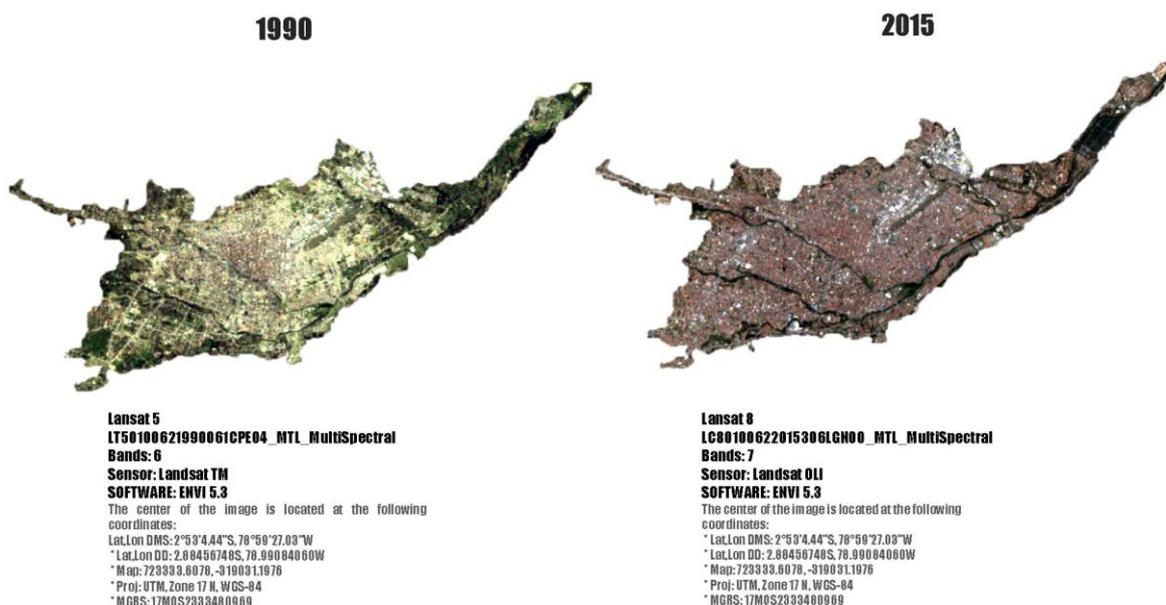
el centro de la ciudad y su periferia inmediata; se consideran datos de temperatura ambiente y de la superficie del suelo del día más cálido. Finalmente, la tercera etapa se basa en el análisis de datos derivados de imágenes satelitales Landsat 8 del área urbana de la ciudad, que al considerar las bandas térmicas se puede generar información acerca de la temperatura superficial. La imagen analizada corresponde al promedio de tres días en tres meses diferentes: marzo, julio y octubre a las 10:27 am. Con estos tres análisis se pretende hacer un acercamiento al fenómeno de las islas de calor urbano en la ciudad de Cuenca.

3.1. Área de estudio

Comprende el área urbana de Cuenca y su periferia inmediata, la primera cuenta con una superficie de 73 km² que en relación al cantón representa el 2.34% del suelo, y su periferia con 114 km². La ciudad se localiza en la provincia del Azuay en la zona centro sur del país, con latitud de 2°53,12" S y longitud de 79°09 W, ubicada en el callejón interandino de la Cordillera de los Andes a una altitud de 2530 m.s.n.m. Al año 2010 la población del Cantón alcanza los 505.585 habitantes, de los cuales el 65% reside en el área urbana, obteniendo una densidad poblacional bruta urbana de 47 hab/ha. (Cordero e Guillén, 2013; Ilustre Municipalidad De Cuenca, 2015).

En una comparación correspondiente a 20 años (1990 – 2010), la población del Cantón Cuenca ha aumentado significativamente, pues en 1990 contaba con 331.028 habitantes, de los cuales el 58.90% se encontraban en el área urbana, para el año 2010 la población en el área urbana incrementó en un 6% (Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos, 2001; Ilustre Municipalidad De Cuenca, 2015). En el Gráfico 1 se puede apreciar que este aumento ha generado un cambio en la superficie del suelo, pues se ha reducido las áreas permeables mientras que las construcciones han ganado mayor espacio.

Gráfico 1: Crecimiento del área construida en la ciudad de Cuenca de 1990 al 2015. Imagen satelital.



Elaboración: Patricio Arévalo, Universidad de Cuenca



El clima del área urbana de Cuenca corresponde a la clasificación de Ecuatorial Mesotérmico Semi - húmedo con temperatura promedio del 16.3 °C y una variación anual de 2.7 °C. Los meses que presenta menor temperatura corresponden al periodo comprendido entre junio y septiembre, mientras que los meses de mayor temperatura son diciembre, enero y febrero. Si bien la variación anual de temperatura no es significativa, la variación térmica diaria sí lo es, pues la amplitud térmica promedio es de 9.2 °C. La humedad relativa promedio es de 64.9% y no presenta mayores variaciones durante el año. La dirección del viento predominante es de noreste a suroeste con una velocidad entre los 9 y 12.82 Km/h. La ciudad presenta una nubosidad alta entre 6 y 7 octas, con mayor nubosidad en los meses de febrero a mayo. A pesar de ello la radiación solar es prácticamente constante durante todo el año, presentando valores promedios entre 3.92 y 5.06 KWh/m²; la mayor radiación solar se da en los meses de noviembre y diciembre, mientras que la menor radiación solar es en el mes de junio (Cordero e Guillén, 2013).

Respecto a la cobertura del suelo, entre los años 2000 y 2013 se identifica una reducción de vegetación arbustiva y herbácea e incremento de las áreas antrópicas. Los usos predominantes en el área urbana corresponden a vivienda 53%, comercio 10% (venta de productos y servicios), equipamiento y gestión (2%). El 35% restante corresponde a los predios que cuentan con usos especiales como: agricultura, protección ambiental y explotación de recursos (Ilustre Municipalidad De Cuenca, 2015).

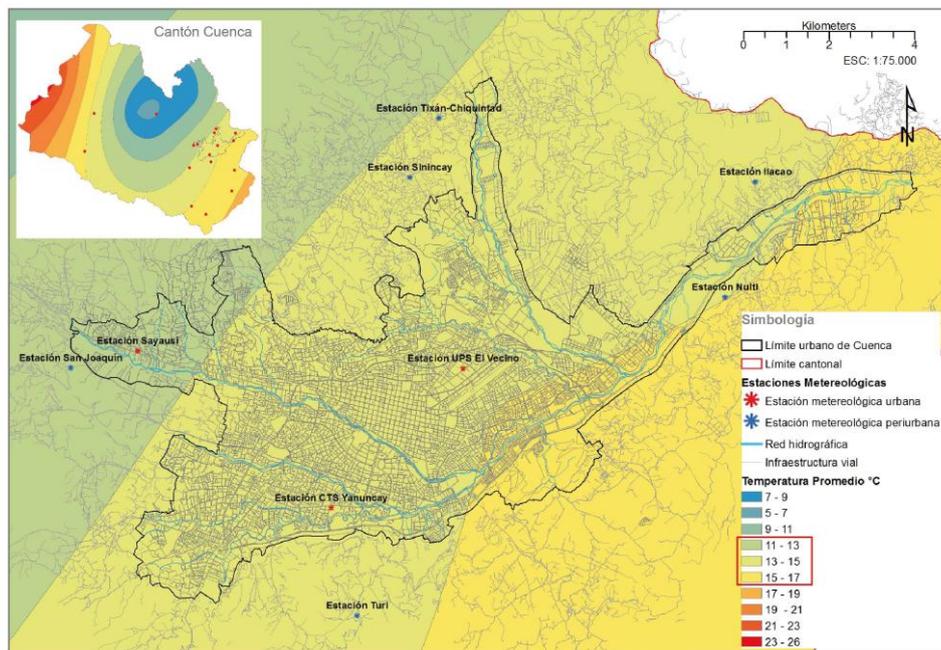
3.2. Análisis de estaciones meteorológicas en la ciudad de Cuenca

El análisis comparado de temperatura promedio de 9 de las 17 estaciones meteorológicas ubicadas en Cuenca, son útiles para establecer las primeras conclusiones del efecto de la isla de calor. Las estaciones UPS El Vecino, CTS Yanuncay y Sayausí se ubican en el área urbana, de las cuales la primera está rodeada de grandes extensiones de suelo impermeable, al contrario de la segunda y tercera cuyos alrededores están provistos de vegetación. Otras 6 estaciones se ubican en área rural periurbana y las 8 restantes están dispersas en el Cantón Cuenca (ver gráfico 2).

Considerando que el objetivo es evaluar los cambios térmicos entre las estaciones urbanas versus periurbanas, se consideran 3 criterios previos a la comparación:

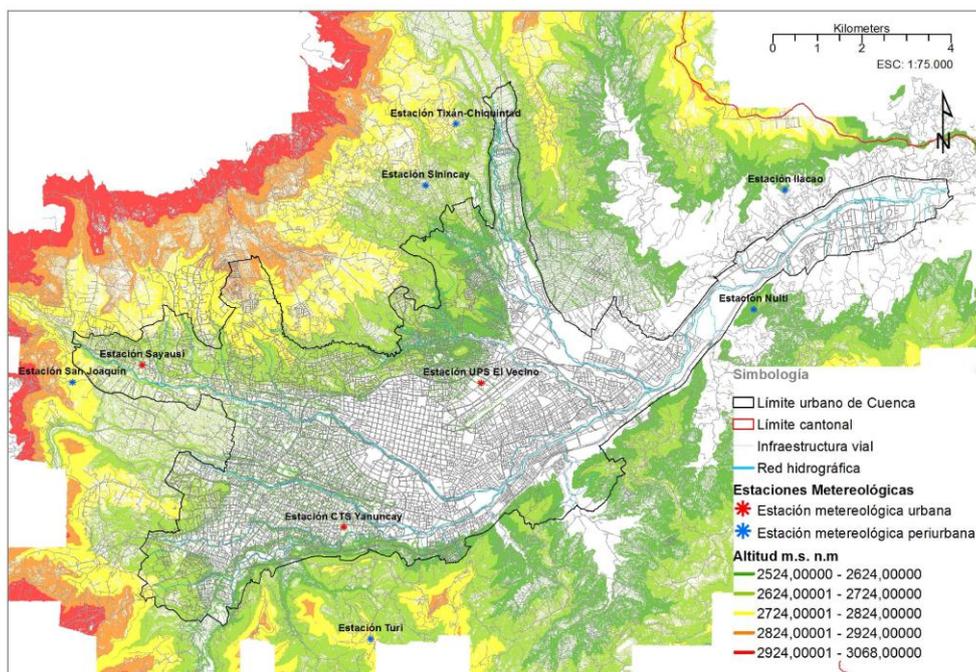
- a) Ubicación geográfica con relación al área urbana: Se estudian solo 9 estaciones, aquellas que se ubican en el área urbana y periurbana.
- b) Rangos de temperatura promedio anual a escala territorial cantonal: Las comparaciones se efectúan entre aquellas que comparten un mismo rango de temperatura; por lo tanto conviene relacionar las estaciones UPS El Vecino y Yanuncay versus Turi, Nulti, Llacao, Sinincay o Tixán; pero no San Juanín ni Sayausí.
- c) Rangos de altitud: La topografía de la ciudad va cambiando conforme se aleja del área urbana; por lo tanto se procura relacionar estaciones ubicadas en rangos de altitud homogéneos (ver gráfico 3).

Gráfico 2: Estaciones meteorológicas y rangos de temperatura promedio anual a escala territorial cantonal y urbana de Cuenca.



Fuente: Municipalidad de Cuenca.
Elaboración: Propia

Gráfico 3: Estaciones meteorológicas y rangos de altura en los que se ubican.



Fuente: Municipalidad de Cuenca.
Elaboración: Propia

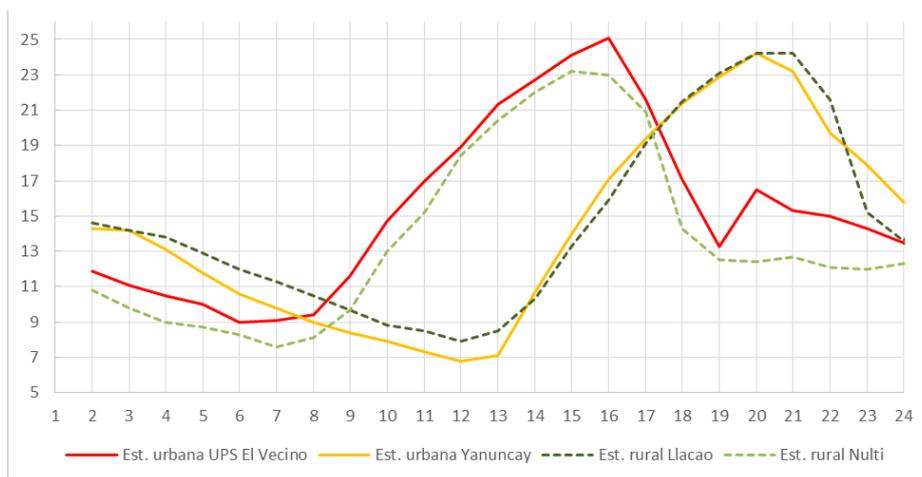
De los gráficos 2 y 3 se concluye que de las 7 estaciones que comparten el rango de temperatura promedio anual entre 13 a 15° C, solo 4 de ellas se ubican en un rango de



altitud entre 2524 a 2624 m.s.n.m. Por lo tanto, la primera comparación se realiza entre UPS El Vecino y Yanuncay versus, Nulti y Llaaco.

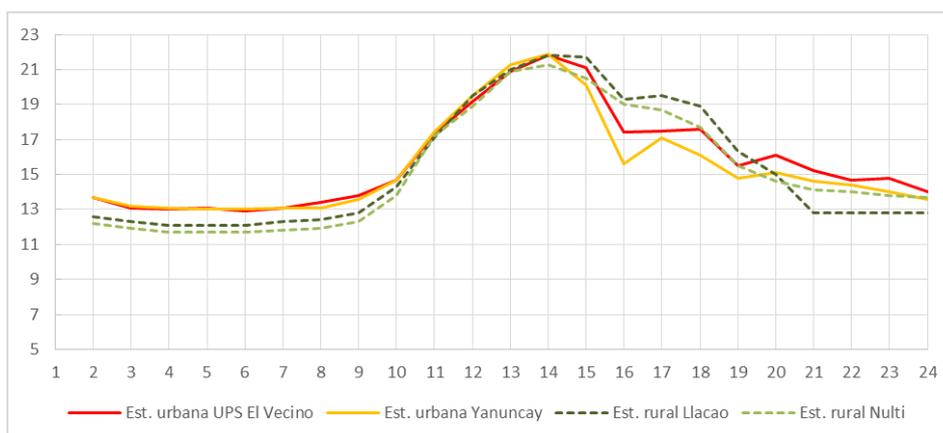
El gráfico 4 demuestra que la Estación UPS El Vecino alcanza la mayor temperatura a las 16h00, existiendo una diferencia térmica de 2°C con relación a Nulti y de 9°C con relación a Llaaco. Sin embargo, la estación Yanuncay a pesar de estar ubicada en el área urbana muestra una tendencia completamente diferente y demuestra un comportamiento similar al de Llaaco, alcanzando un segundo pico a las 20h00 con 24°C. Situación que demuestra unas condiciones térmicas opuestas inclusive dentro del área urbana.

Gráfico 4: Comparación de temperatura ambiente del día más caluroso de 2014 (01-nov-2014)



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
Elaboración: Propia

Gráfico 5: Comparación de temperatura ambiente promedio de 2014.



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
Elaboración: Propia

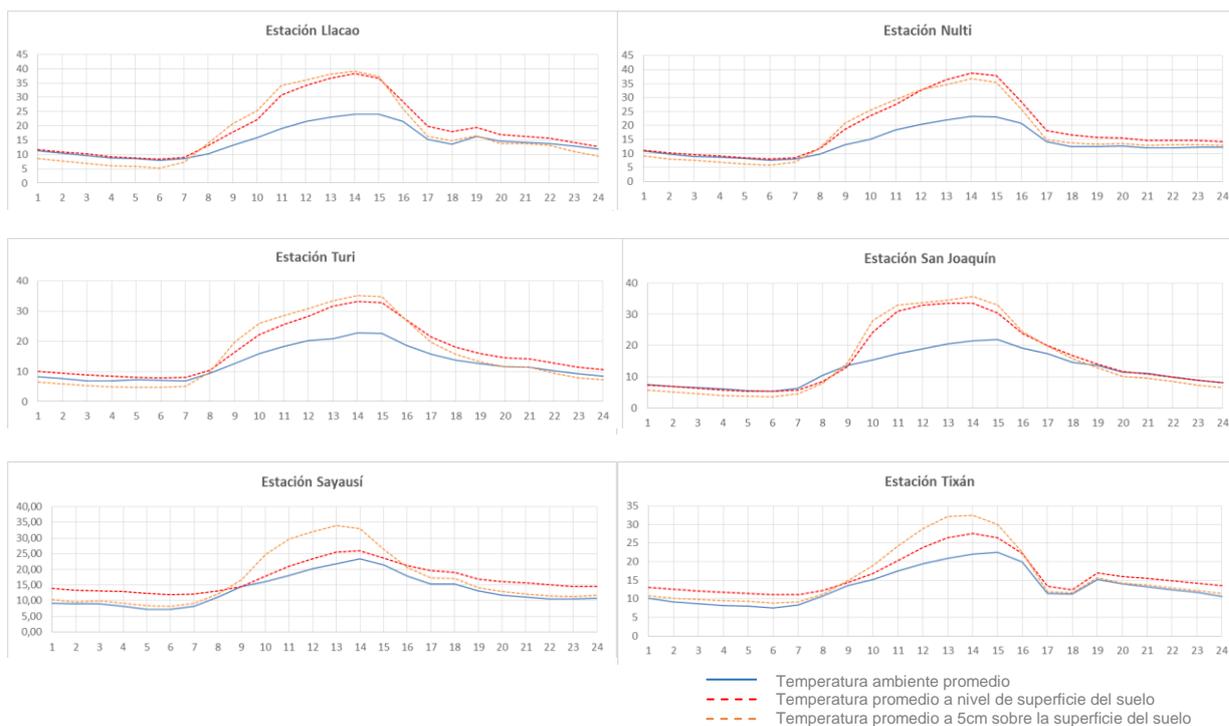
El gráfico 5 muestra el comportamiento de la temperatura ambiente promedio del año 2014; es decir, escenifica de manera más representativa la realidad térmica de la ciudad. Este demuestra una condición térmica homogénea entre 10h00 a 15h00 alcanzado un



pico de 22°C, a partir de aquí el proceso de enfriamiento varía según sea estación urbana o rural, a tal punto que a partir de las 20h00 se nota una diferencia térmica que varía de 1,6 a 2,7°C; evidenciando que en las áreas más urbanizadas mantienen mayor temperatura durante la noche.

Otro resultado obtenido es la diferencia térmica entre la temperatura ambiente versus temperatura superficial. La falta de información en cuanto a temperatura superficial de las estaciones urbanas, nos obliga a analizar de manera aislada lo que sucede en las estaciones rurales. En el día más caluroso de 2014 se registra un rango de variación térmica de 5 a 15,7°C en las horas de mayor calor (10h00 a 16h00). A excepción de San Joaquín, todas las estaciones marcan una mayor temperatura superficial durante las horas de la tarde y noche. (Ver gráfico 6)

Gráfico 6: Variación entre la temperatura ambiente y superficial de las estaciones rurales en el día más caluroso registrado en 2014 (01-nov-2014).

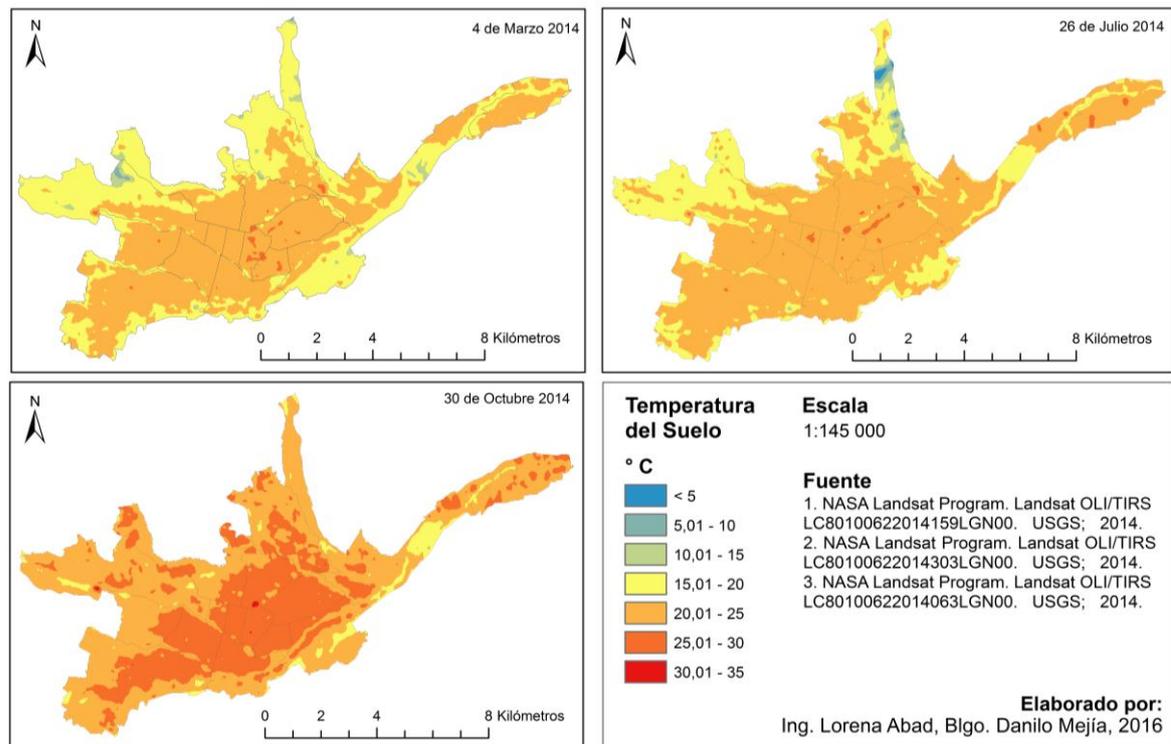


Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
Elaboración: Propia



3.3. Análisis de imágenes satelitales

Gráfico 7: Temperatura del suelo registrada en tres días diferentes a las 10h27am de 2014.



El gráfico 7 expone la temperatura superficial alcanzada a las 10h27am de tres días en condiciones térmicas distintas. Durante el 4 de marzo se registra una diferencia térmica entre el borde y centro urbano aproximada de 25°C. En algunas zonas dispersas y reducidas de la periferia norte se registra una temperatura superficial entre 5 a 15°C, de afuera hacia dentro se haya un área más extensa con un rango de 15 a 20°C, que claramente envuelve el centro urbano consolidado que registra entre 20 a 25°C; con mayores temperaturas entre 25 a 30°C se identifican zonas reducidas y dispersas en el centro este de la ciudad. Es decir que en el área urbana se detectan 4 rangos de 5°C de diferencia térmica del suelo.

Si se comparan estos resultados con la temperatura ambiente registrada en las 3 estaciones urbanas entre las 10h00 y 11h00 del mismo día, se obtiene una diferencia mínima de 2°C y máxima de 7°C. (Ver gráfico 8)

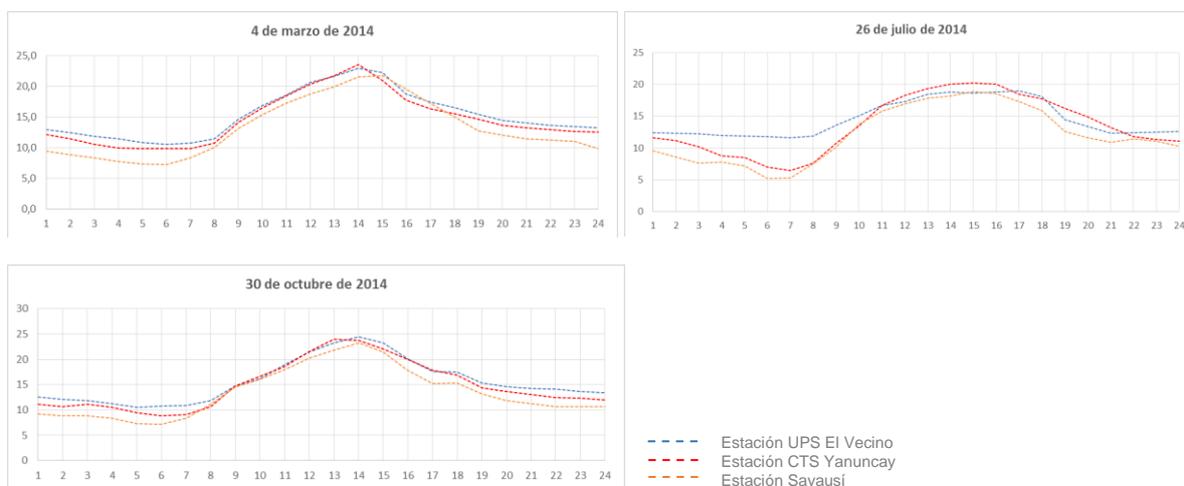
El 26 de julio muestra un comportamiento similar al 4 de marzo, manteniendo 4 rangos de 5°C de diferencia térmica del suelo, sin embargo la extensión de suelo con temperaturas entre 20 a 25°C supera al anterior. Comparando estos resultados con la temperatura



ambiente registrada en las 3 estaciones urbanas entre las 10h00 y 11h00 del mismo día, se obtiene una diferencia mínima de 4°C y máxima de 11°C. (Ver gráfico 8)

En el tercer mapa correspondiente al 30 de julio se nota un incremento térmico de 5°C en toda el área urbana; sin embargo se siguen manteniendo los mismos 4 rangos de diferencia térmica del suelo. Comparando estos resultados con la temperatura ambiente registrada en las 3 estaciones urbanas entre las 10h00 y 11h00 del mismo día, se obtiene una diferencia mínima de 3°C y máxima de 13,5°C. (Ver gráfico 8)

Gráfico 8: Temperatura ambiente registrada en tres días y estaciones diferentes de 2014.



Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
Elaboración: Propia

El gráfico 8 demuestra un comportamiento relativamente similar de las temperaturas ambiente promedio de los 3 días analizados, donde empieza a subir a partir de las 8h00 alcanzado un máximo que no supera los 25°C entre las 14h00 y 15h00, para descender a partir de las 17h00. Por lo tanto, es probable que las diferencias térmicas del suelo detectadas en los mapas satelitales se deba a los cambios de dirección y velocidad del viento, así como la intensidad de las actividades humanas sobre la ciudad y al recorrido solar.

El gráfico 9 corresponde al promedio de los 3 mapas analizados y da información relevante en cuanto a las zonas que alcanzan las máximas temperaturas, resultando que los puntos de mayor temperatura corresponden a la zona este del Centro Histórico, el terminal de buses, el aeropuerto, el parque industrial, los alrededores de la Av. Huayna Cápac, la Feria Libre, la fábrica Italpiso y algunos puntos del sector Totoracocha. En ellos la temperatura del suelo alcanza valores entre 24.5 °C y 29.2 °C, es decir hasta 4.7 °C más que en el resto de la ciudad, e incluso 10 °C más respecto a la periferia del área urbana. (Ver gráfico 10)

La periferia presenta temperaturas por debajo de los 19.2 °C correspondientes a sitios específicos en donde domina el suelo permeable, la vegetación y el agua. Es evidente



que a lo largo de los ríos que cruzan la ciudad de este a oeste las temperaturas disminuyen, registrando una diferencia de 5°C menos que sus alrededores.

Gráfico 9: Mapa de temperatura promedio de suelo de los días 4 de marzo, 26 de julio y 30 de octubre de 2014.

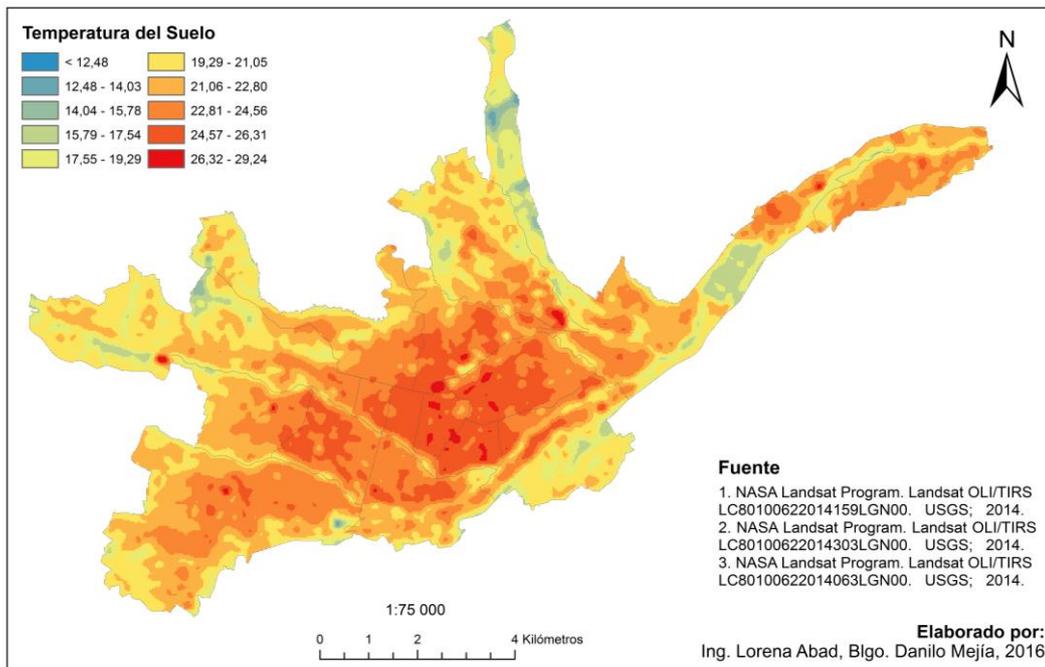
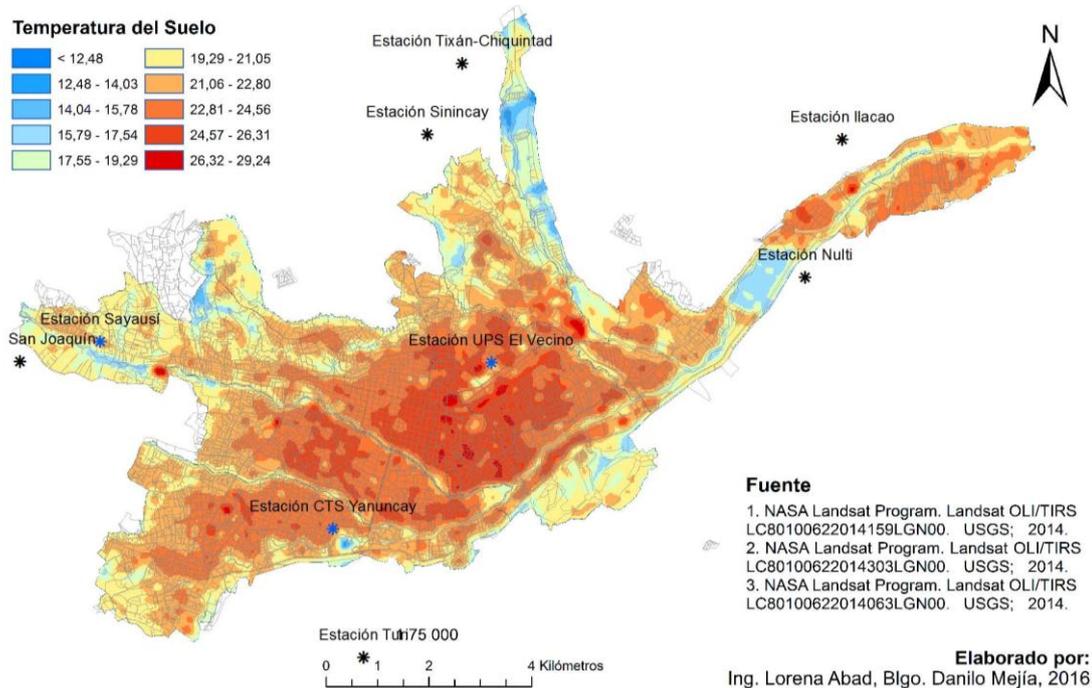


Gráfico 10: Catastro de manzanas sobrepuesto al mapa de temperatura promedio de suelo de los días 4 de marzo, 26 de julio y 30 de octubre de 2014.



4. Discusión

El incremento de las construcciones producto del crecimiento de la población en el área urbana de Cuenca, ha generado que la ciudad presente un gradiente térmico superficial considerable, tomando en cuenta que prácticamente toda la ciudad se encuentra dentro de un mismo rango de temperatura ambiente. Es así que analizando las estaciones meteorológicas del área urbana frente a las que se encuentran en la periferia se identifica una diferencia térmica ambiental de hasta 2.7 °C durante las noches y durante el día mínimas diferencias. Si se analiza en el mapa de temperatura superficial en los mismos puntos, la diferencia de temperatura puede alcanzar los 10 °C durante el día.

Ya que el satélite Landsat 8 pasa únicamente una vez cada 16 días a una misma hora (10:27 am), no se cuenta con datos de temperatura superficial en mapas satelitales durante la tarde y noche, convirtiéndose en uno de los limitantes del presente estudio. Sin embargo representa el primer intento de caracterizar la intensidad de la isla de calor urbano en la ciudad.

5. Conclusiones

El análisis generado en esta investigación ha permitido evidenciar que el área urbana de Cuenca tiene un clima artificial generado por las actividades antropogénicas, concluyendo lo siguiente:

1. La **temperatura ambiente** del área urbana supera a la periférica con 2°C.
2. La diferencia **térmica ambiental** que existe entre las estaciones urbanas versus rurales a partir de las 16h00 hasta las 24h00 varía entre 1,6 a 2,7°C; evidenciando



- que en las áreas más urbanizadas se mantienen mayores temperaturas durante la noche.
3. La **temperatura superficial** supera la temperatura ambiente en las áreas periféricas con una diferencia que oscila entre 5 y 15°C y entre 2 a 13,5°C en el área urbana.
 4. Al interior del límite urbano existen 4 zonas climáticas diferentes, cuya diferencia térmica superficial entre zona y zona es de 5°C; es decir que al interior del límite urbano hay una diferencia de 25°C entre las áreas de suelo más cálidas versus las más frías.
 5. Los puntos de mayor calor superficial corresponden a zonas con las siguientes características:
 - a. Espacios de poca y nula vegetación
 - b. Mayor afluencia vehicular
 - c. Mayor afluencia de personas
 - d. Actividades industriales.

Aún se está a tiempo para tomar medidas que permitan mitigar este efecto en el resto de la ciudad, se recomienda incorporar áreas verdes, analizar el albedo de los materiales a utilizarse en el espacio público y reducir la presión existente sobre los ríos de la ciudad ampliando el suelo permeable. También es importante que se generen políticas tanto para el desarrollo urbano como para la edificación mitigando los efectos del calentamiento global e islas de calor.

Cabe mencionar que al reducir el efecto de las islas de calor se reduce también los problemas de la salud relacionados con la contaminación, el ozono troposférico, el estrés térmico y mejora significativamente la calidad de los espacios públicos.

6. Agradecimientos

El trabajo forma parte del proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas” apoyado y financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) y por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca – Ecuador. Y con el apoyo académico y docente de la Universidad Tecnológica Indoamérica Ambato para la presentación de esta comunicación técnica.

Un agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana por facilitarnos con la información de las estaciones meteorológicas ubicadas en Cuenca, que forma parte de la red meteorológica que en conjunto con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) llevan a cabo.

7. Bibliografía

CHEN, L. et al. Intra-urban differences of mean radiant temperature in different urban settings in Shanghai and implications for heat stress under heat waves: A GIS-based approach. **Energy and Buildings**, v. 130, p. 829-842, 2016. ISSN 0378-7788.



CORDERO, X.; GUILLÉN, V. Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca. **Estoa. Revista de la Facultad de arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca**, n. 2, p. 61-75, 2013. ISSN 1390-9274.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA. **Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca**,. Municipalidad de Cuenca 2015.

INOSTROZA, L. Open Spaces and Urban Ecosystem Services. Cooling Effect towards Urban Planning in South American Cities. **Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment**, 2014. ISSN 1970-9870.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. **Fascículo Cantonal: Cuenca** 2001.

MARTINS, T. A. et al. Impact of Urban Cool Island measures on outdoor climate and pedestrian comfort: Simulations for a new district of Toulouse, France. **Sustainable Cities and Society**, v. 26, p. 9-26, 2016. ISSN 2210-6707.

MEMON, R. A.; LEUNG, D. Y. Impacts of environmental factors on urban heating. **Journal of Environmental Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1903-1909, 2010. ISSN 1001-0742.

PALME, M.; LOBATO, A.; CARRASCO, C. Global Warming and Urban Heat Island in South-America: Estimating the impact on the thermal demand of residential buildings in the Pacific coastal cities by simulations studies in Chile, Peru and Ecuador.,

PALME, M. et al. Estimating the Urban Heat Island Effect in the City of Guayaquil.

RIZWAN, A. M.; DENNIS, L. Y.; CHUNHO, L. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. **Journal of Environmental Sciences**, v. 20, n. 1, p. 120-128, 2008. ISSN 1001-0742.