

AMBIENTE TÉRMICO EN ESPACIOS EXTERIORES EN LA HABANA

Por **Dra. Cs. Arq. Dania González Couret, M. Sc. Arq. Olivia Sánchez Martínez, Arq. Víctor Daniel Rodríguez Rodríguez y Arq. Manuel Alejandro Salazar Castro***

* Universidad Tecnológica de La Habana, 114 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.
E-mail: danial@arquitectura.cujae.edu.cu

Resumen

A partir del efecto de la Isla de Calor Urbana, las condiciones específicas del contexto influyen en el ambiente térmico interior. Investigaciones precedentes desarrolladas por los autores han intentado caracterizar la influencia de la morfología en el microclima de La Habana, sobre la base de un modelo teórico y trabajo experimental de campo, en aras de buscar vías para mejorar el ambiente térmico exterior. El presente artículo presenta los resultados de la evaluación, mediante simulación, del ambiente térmico exterior en espacios públicos seleccionados en La Habana, antes y después de las propuestas de transformación.

La simulación se ha realizado mediante el empleo del programa ENVI-met 4.0. Se confirma el efecto de la Isla de Calor Urbana, así como que es posible mejorar el microclima urbano y con ello el ambiente térmico interior, si se aplican ciertos principios de diseño al actuar en los espacios exteriores.

Palabras clave: Microclima urbano, isla de calor urbana, ambiente térmico exterior, Programa ENVI-met.

OUTDOOR THERMAL ENVIRONMENT IN HAVANA

Abstract

Based on the Heat Island Effect, indoor environment is influenced by specific outdoor conditions in the urban context. Precedent research works carried out by the authors have intended to characterize the influence of morphology on Havana's urban microclimate, based on a theoretical model and experimental field work, in order to find ways to improve outdoor thermal environment. The present paper presents the results in evaluating by simulation, outdoor thermal environments in some selected public spaces in Havana before and after some transformation proposals.

Simulation has been carried out by ENVI MET. Results allow to confirm the heat urban effect and that it is possible to improve urban microclimate and then, indoor thermal environment, if some simple design principles are taken into account when acting in public spaces.

Keywords: Urban microclimate, urban heat island, outdoor thermal environment, ENVI MET simulation.

1. Introducción

El efecto de la Isla de Calor Urbana modifica el microclima y determina las temperaturas exteriores reales que deben ser consideradas para evaluar el ambiente térmico interior. Numerosas investigaciones realizadas durante las últimas décadas han estado encaminadas a caracterizar y evaluar la influencia de la morfología urbana en el microclima, y se ha reconocido que el impacto de la forma

urbana en el desempeño energético de los edificios es muy complejo.

En investigaciones recientes se ha propuesto un modelo teórico para evaluar la influencia de la forma urbana en los usos pasivos y activos del sol y el viento en La Habana [González y Sánchez, 2016], a partir del cual se ha realizado una evaluación cualitativa del comportamiento integral de diversos modelos urbanos existentes

en la ciudad. Posteriormente, se inició la verificación de esos resultados mediante investigaciones empíricas que incluyen la realización de mediciones de temperatura en espacios exteriores de las urbanizaciones evaluadas, para verificar su comportamiento con respecto a los usos pasivos del sol.

Dado que el desarrollo de mediciones de temperatura en espacios exteriores urbanos resulta lento y costoso, la etapa siguiente consistió en el inicio de la simulación del ambiente térmico exterior mediante el empleo del software ENVI-met 4.0, y la comparación de los resultados con los previamente obtenidos en las mediciones. A partir de la experimentación con el software, también se incursionó en las posibilidades de mejorar el ambiente térmico en los espacios exteriores urbanos, solo actuando sobre algunos de los elementos clasificados como modificadores en el modelo teórico propuesto: materiales, albedo y vegetación.

En el artículo se exponen los resultados obtenidos en la simulación del ambiente térmico en seis espacios exteriores reales existentes en la ciudad de La Habana, en diversos municipios y a diferentes escalas, para demostrar que es posible reducir la temperatura del aire exterior a partir de acciones de transformación de los elementos modificadores, que pueden ser desarrolladas de forma progresiva.

2. Materiales y métodos

Se toma como base el modelo teórico previamente elaborado y los resultados de su aplicación en la evaluación cualitativa integral de modelos urbanos en La Habana, particularmente aquellas evaluadas de no recomendables, o simplemente aceptables con respecto al uso pasivo del sol [González y Sánchez, 2016], que son las que teóricamente presentan condiciones térmicas desfavorables, con vistas a demostrar que es posible mejorar el ambiente térmico con una mínima inversión.

Para ello se seleccionaron sitios con escalas y configuraciones espaciales diferentes, es decir, a escala municipal o de barrio y que fueran calles o plazas, atendiendo a su configuración espacial. Se escogieron dos plazas a escala de barrio, que agrupan servicios básicos a la población y dos calles que poseen una importancia a nivel municipal en cuanto a servicios y transporte público.

Aunque el objetivo fundamental de las intervenciones en los espacios seleccionados, ha sido el mejoramiento del microclima térmico, su complejidad condujo a elaborar propuestas de intervención que no solo consideraran el microclima, sino también otros problemas como accesibilidad, movilidad, calidad del espacio y necesidades de los usuarios, a partir de un diagnóstico integral de problemas y oportunidades, realizado sobre la base de la observación de la realidad y entrevistas a los usuarios.

A partir de una síntesis gráfica del diagnóstico, se conceptualizó la propuesta de transformación para cada espacio estudiado, y se elaboraron los diseños, con un enfoque progresivo en tres plazos, encaminado a reducir el monto de la inversión inicial, sugiriendo posibles niveles de intervención e inversión, entre un mínimo y un máximo.

En cada uno de los casos se simuló las condiciones de partida del ambiente térmico en el espacio exterior, así como las del espacio transformado en alguna de las eta-

pas concebidas. El software empleado para la simulación ha sido el ENVI-met 4.0, desarrollado por el Instituto de Geografía, Departamento de Geoinformática, Grupo de Modelación Ambiental (Universidad de Mainz), con el objetivo de simular la interacción entre superficies-plantas-aire en un ambiente urbano, basado en modelos termodinámicos y de dinámica de los fluidos [Bruce, 2016]. Este software se ha usado en numerosas investigaciones que durante los últimos años [Tumini, 2012] han desarrollado modelos de validación, demostrando la credibilidad de la herramienta para reproducir el fenómeno microclimático [Alcázar, 2015].

Tumini [2012] desarrolló mediciones para comparar con las simulaciones realizadas por ENVI-met, concluyendo que hay un comportamiento similar entre las variables simuladas y reales. González [2011] realizó simulaciones basadas en valores extremos de la estación meteorológica más cercana, concluyendo que el software ofrece resultados coincidentes con la realidad en esas condiciones críticas, de manera que podría ser bueno para cualquier otro día del año. Jörg [2007] recomienda usar la información meteorológica local para un mejor ajuste de las bases de datos del ENVI-met, adaptándolas a ambientes tropicales. Alcazar [2015] demostró que el modelo de cálculo de turbulencia tiende a dar error con velocidades de viento menores que 1m/s.

Para la simulación de las condiciones de partida, se elaboraron cuatro modelos tridimensionales mediante la aplicación SPACES, donde se reflejan las características esenciales de la volumetría, los materiales y la vegetación en los espacios que se seleccionaron. Posteriormente se hicieron, simulaciones de 24 horas cada una, que comienzan a las 8:00 a.m., en los cuatro sitios, con los datos meteorológicos iniciales de entrada, típicos de condiciones de verano, para poder evaluar de forma más efectiva el ambiente térmico, y con el objetivo de comparar los resultados con simulaciones hechas en el modelo del espacio transformado. Para la simulación de las propuestas se asumieron los mismos datos meteorológicos de entrada, así como hora y fecha de inicio usados en la simulación de la situación de partida, con vistas a comprobar la influencia de la intervención sobre el ambiente térmico.

Como complemento a la simulación de las temperaturas, también se calcularon los modelos de confort térmico PPD/PMV, mediante la aplicación Biomet del ENVI-met para la situación de partida y para las propuestas de intervención en los cuatro espacios, con el objetivo de compararlos con los generados en la propuesta.

3. Resultados

Espacio Público 1, Calzada de 10 de octubre y Dolores. Municipio 10 de octubre (calle a escala municipal)

El espacio consiste en el tramo de la Calzada de Dolores entre Calzada de 10 de octubre y la calle Delicias en el municipio 10 de Octubre (Fig. 1), donde se encuentra una parada de ómnibus y taxis, un espacio de parqueo, un cruce vial peligroso y diversos servicios de escala municipal, bien conectados con el resto de la ciudad mediante la red de transporte público existente.



Fig. 1. Microlocalización y vista superior del Espacio Público 1. Municipio 10 de Octubre.

La propuesta de transformación parte del reordenamiento y del control del tráfico, así como de la creación y el aprovechamiento de espacios que respondan a las necesidades de los usuarios del espacio público (Fig. 2). Se rediseña el trazado de la Calzada de Dolores para aumentar el espacio de uso actual de la parada e incluir un punto de taxis. En la segunda etapa se siembran posturas de árboles, reduciendo el pavimento en el área de parqueo, y se sustituye parte del asfalto por hormigón, permeable en las aceras.

En los mapas de temperaturas resultantes de la simulación con el ENVI-met antes y después de transformar el espacio (Fig. 3), se puede observar que los materiales y la vegetación influyen en la reducción de la temperatura, con un valor prome-

dio de hasta 4 °C entre las 3:00 p.m. y las 5:00 p.m. En los gráficos del PPD se aprecia la reducción del porcentaje de personas en disconfort en el espacio transformado, donde el PMV tiende a bajar, lo cual indica que la sensación térmica percibida por las personas en la segunda etapa de la transformación deberá ser menos calurosa que en la situación actual.

Espacio Público 2. Plaza a escala de barrio. Municipio Habana del Este. Reparto Alamar

El área de estudio consiste en una plaza ocupada por edificios de servicio a escala de barrio y rodeada por edificios de vivienda, en una morfología urbana abierta, ubicada en Alamar, al este de la ciudad (Fig. 4).



Fig. 2. Situación de partida y transformada del Espacio Público 1. Municipio 10 de Octubre.

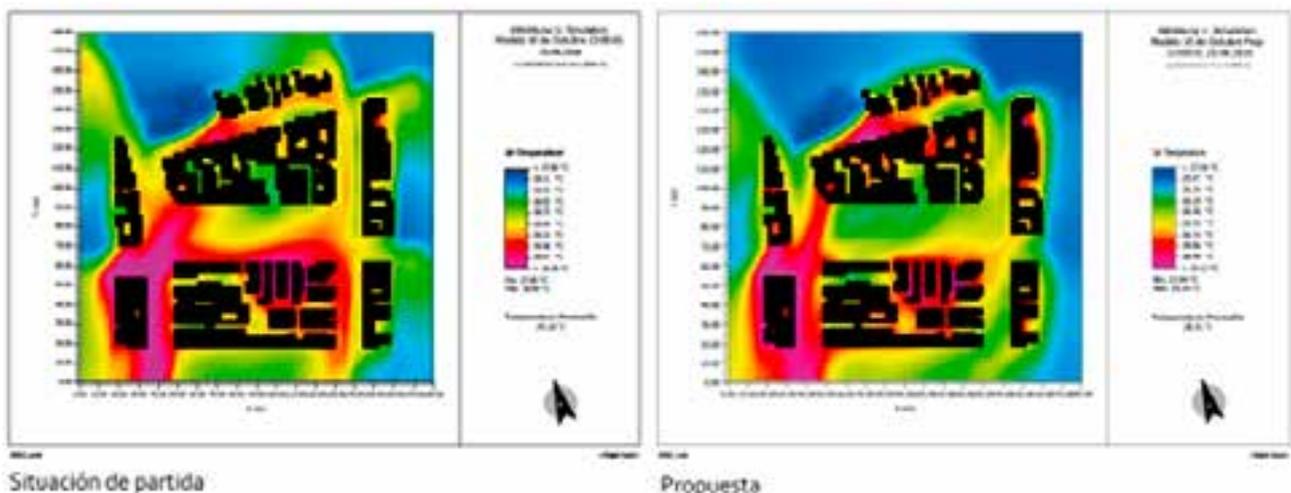


Fig. 3. Mapas de temperaturas generados por la aplicación Leonardo de ENVI-met a las 13:00 horas del día 25/06/2016, en la situación de partida y transformada. Espacio Público 1. Municipio 10 de Octubre.



Fig. 4. Microlocalización y vista superior del Espacio Público 2. Reparto Alamar.

La propuesta de transformación intenta crear nuevas áreas de participación social y de circulación peatonal, mediante la reducción del ancho de las calles de servicio, y acondicionar espacios en desuso para actividades al aire libre como el deporte y el juego de los niños de la comunidad (Fig. 5). Desde la primera etapa se sugiere plantar árboles al borde de las calles y césped en las áreas en desuso, que luego se amplían como paseos peatonales arbo-

lados, y se complementan con galerías de circulación entre los edificios, que protegen del sol y la lluvia.

En los mapas (Fig. 6) se puede apreciar una disminución de la temperatura del aire, provocada por la inclusión de vegetación y la sustitución de materiales en la propuesta de intervención, que llega hasta 2 °C entre las 2:00 p.m. y las 3:00 p.m., así como una reducción de los valores de PPD y PMV.



Fig. 5. Situación de partida y transformada del Espacio Público 2. Reparto Alamar.

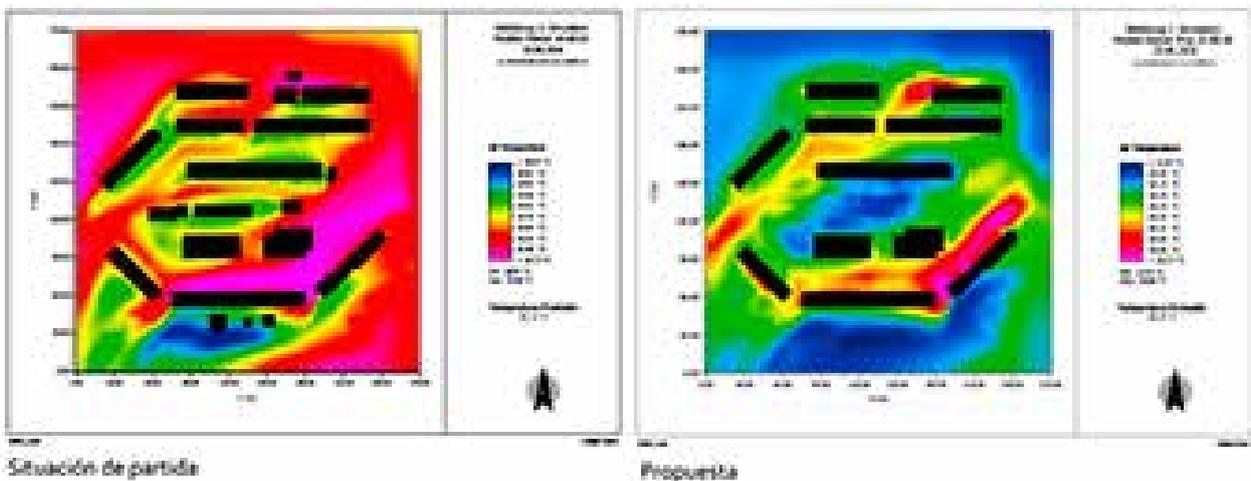


Fig. 6. Mapas de temperaturas generados por la aplicación Leonardo de ENVI-met a las 16:00 horas del día 25/06/2016, en la situación de partida y transformada. Espacio Público 2. Reparto Alamar.

Espacio Público 3. Calle a escala Municipal. Centro Histórico de Guanabacoa. Municipio Guanabacoa

El espacio está conformado por una isleta donde se ubica una parada de ómnibus, limitada por la Calle Pepe Antonio y un espacio que se utiliza como parqueo y piquera de taxis (Fig. 7). La intervención pretende lograr una articulación entre el espacio de la isleta y el Parque Martí, permitiendo una circulación peatonal y vehicular más fluida entre ambos (Fig. 8). Desde la primera etapa se programa plantar posturas de árboles de pequeño y mediano portes en el espacio de la isleta. El asfalto solo se mantiene en la vía principal, pero se sustituye por hormigón en el carril exclusivo del ómnibus y por adoquines en la piquera de taxis.

En los mapas (Fig. 9) se muestra la influencia que tienen los materiales y la vegetación en la reducción de la temperatura del aire exterior, fundamentalmente, en el horario del mediodía y la tarde, así como menores valores de PPD y PMV.

Espacio Público 4. Plaza a escala de barrio. Municipio Habana del Este. Reparto Antonio Guiteras

El espacio de intervención forma parte de una manzana, donde se agrupan servicios a escala de barrio, y aunque existen parterres, la vegetación se encuentra hacia el interior de los lotes, en jardines y patios privados (Fig. 10). La intervención pretende lograr una articulación espacial entre los servicios ubicados en la manzana, estableciendo



Fig. 7. Microlocalización y vista superior del Espacio Público 3. Centro Histórico de Guanabacoa.



Fig. 8. Situación de partida y transformada en el Espacio Público 3. Centro Histórico de Guanabacoa.

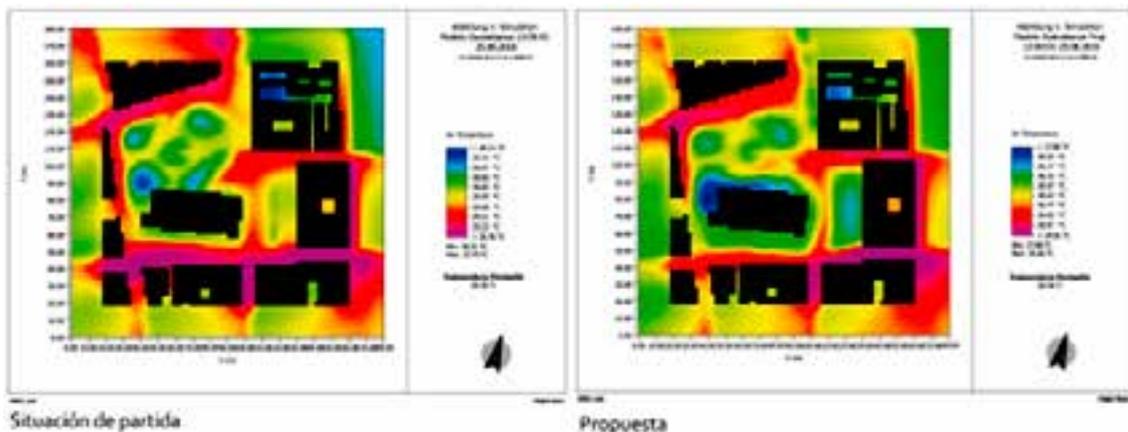


Fig. 9. Mapas de temperaturas generados por la aplicación Leonardo de ENVI-met a las 13:00 horas del día 25/06/2016, en la situación de partida y transformada. Espacio Público 3. Centro Histórico de Guanabacoa.

conexiones peatonales, y recuperar los espacios desocupados que existen entre ellos, creando condiciones para la interacción social (Fig. 11). Desde la primera etapa se propone la siembra de posturas de árboles en el frente del mercado, para crear una arboleda que sustituye parte de la superficie asfaltada. En las áreas de circulación se emplea hormigón permeable y pavimentos a base de caucho en el área infantil.

Los mapas temperatura (Fig. 12) muestran que los materiales y la vegetación incluida en las propuestas de intervención, influyen de manera significativa en la reducción de las temperaturas del aire en el espacio público, con un promedio de hasta 2 °C en horarios de la tarde, disminuyendo también los valores de PPD y PMV.



Fig. 10. Microlocalización y vista superior del Espacio Público 4. Reparto Antonio Guiteras.



Fig. 11. Situación de partida y transformada en el Espacio Público 4. Reparto Antonio Guiteras.

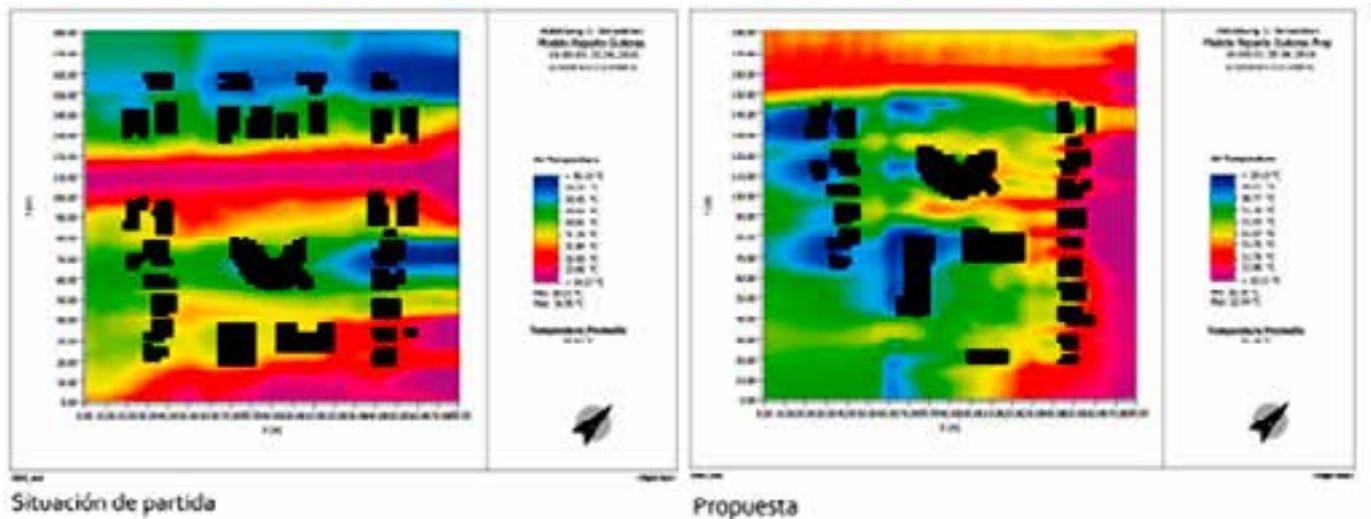


Fig. 12. Mapas de temperaturas generados por la aplicación Leonardo de ENVI-met a las 16:00 horas del día 25/06/2016, en la situación de partida y transformada. Espacio Público 4. Reparto Antonio Guiteras.

4. Discusión

A pesar de que los mayores problemas detectados en los espacios estudiados se relacionan con la movilidad, la accesibilidad y el uso del espacio urbano, todos los casos presentan excesivas e innecesarias superficies asfaltadas y escasez de vegetación, de manera tal que las propuestas de transformación sugieren reducir las superficies asfaltadas, sustituyéndolas por hormigón y otros materiales, así como césped, incrementar los árboles y adicionar galerías de circulación conectando edificios desarticulados para proporcionar sombra en las plazas.

Todos los mapas de temperatura resultantes de la simulación con ENVI-met antes y después de la transformación de los espacios muestran reducción de las temperaturas, el PPD y el PMV. Los mejores resultados se obtienen en la intersección vial del municipio «10 de Octubre» (caso 1), con temperaturas menores de hasta 4 °C entre las 3:00 p.m. y las 5:00 p.m., mientras que la reducción de las temperaturas en las plazas resulta de hasta 2 °C en el horario de la tarde. Las mayores diferencias con respecto al PPD y el PMV también resultan mayores durante la tarde (entre las 4:00 p.m. y las 6:00 p.m.).

5. Conclusiones

Las simulaciones del ambiente térmico en espacios urbanos exteriores antes y después de la propuesta de transformación demuestran que es posible mejorar la temperatura en los cuatro casos que han sido objeto de estudio, cambiando los elementos que han sido considerados en el modelo teórico como parámetros modificadores de la influencia de la geometría en el microclima urbano, específicamente, el albedo y la vegetación, que es uno de los recursos más efectivos y económicos.

Se demuestra que es posible mejorar el ambiente térmico urbano mediante acciones de diseño.

Referencias bibliográficas

- ALCÁZAR, S. (2015). «Efecto de las cubiertas ajardinadas sobre el microclima de verano». Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, 2015. <https://dialnet.unirioja.es>
- BRUSE, M. (2016). *ENVI-met 4.0. Manual Contents*. Berlin: Institute of Geography of the University of Mainz, 2009. Online version: <http://www.ENVI-met.com/htmlhelp/helpindex.htm> (Consultado el 10 diciembre de 2016).
- GONZÁLEZ COURET, D.; O. Sánchez Martínez (2016). «Towards a more resilient urban morphology in Havana». In: PLEA 2016 Los Angeles - 36th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. *Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments*. Los Angeles, USA, July 2016. Los Angeles: University of Pomona.
- GONZÁLEZ, J. (2011). «Evaluación microclimática por cambio de uso de suelo en la Ciudad de México utilizando el modelo ENVI-met». Tesis de Diploma, Universidad Veracruzana, 2011.
- JÖRG, S. (2007). «Simulación de microclimas urbanos en la metrópoli tropical Maracaná/Rio de Janeiro-caso de estudio». Tesis de Doctorado, Cologne: University of Applied Sciences, 2007.
- TUMINI, I. (2012). «El Microclima urbano en los espacios abiertos. Estudio de casos en Madrid». Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, 2012. <https://www.researchgate.net>