



UNIVERSIDADES Y RIESGO URBANO.

Una vitrina desde la UCV.

27 Mayo 2011

EVENTO NACIONAL

**IMPACTOS DE LAS ISLAS TÉRMICAS O ISLAS DE CALOR URBANO,
EN EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA.
ANÁLISIS COMPARATIVO: CARACAS, OCTUBRE-
2009, MARZO- 2010.**

Autor: Karenia Córdova Sáez*.

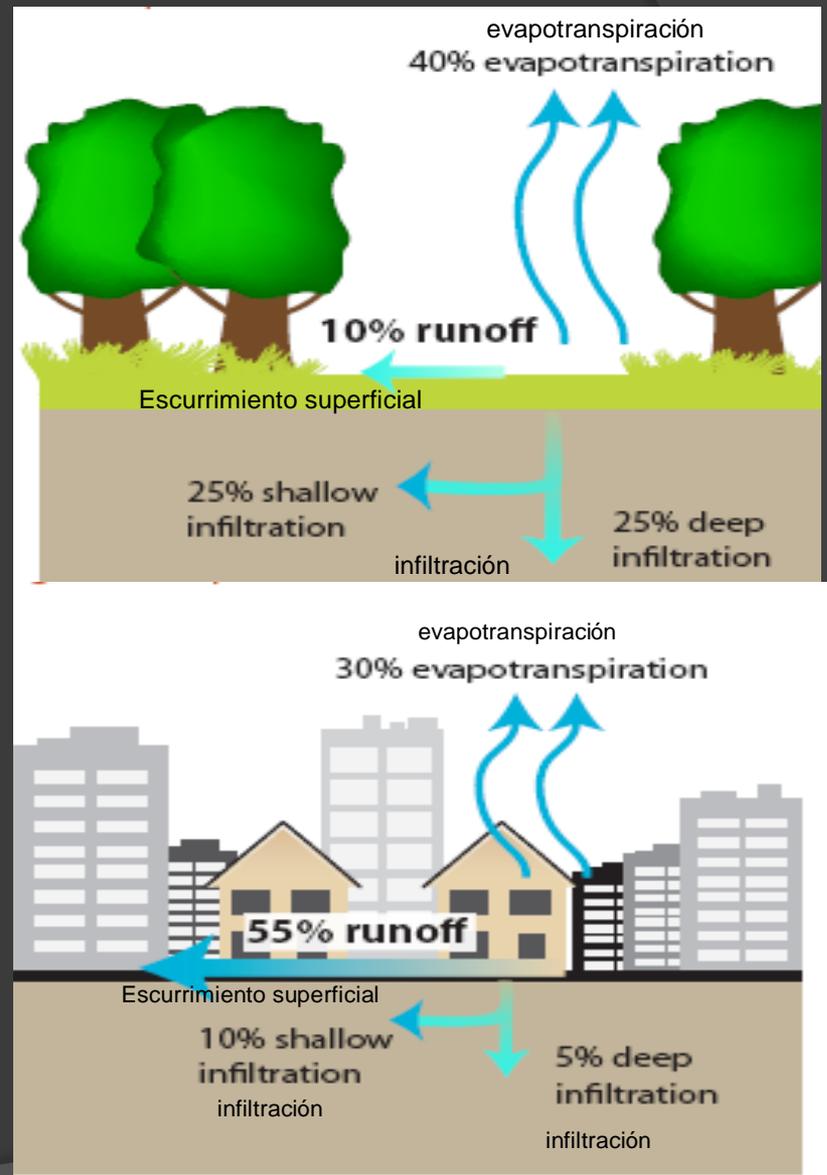
*Profesor investigador del Área de Energía y Ambiente del Instituto de Geografía y Desarrollo Regional-IGDR-FHE, Edif. Centro Comercial Los Chaguaramos, Piso 5, Ofic. 5-2, Universidad Central de Venezuela-UCV, Caracas. Tel: 605-01-05 Fax: 662-53-28

kareniac@gmail.com; enersamb@gmail.com



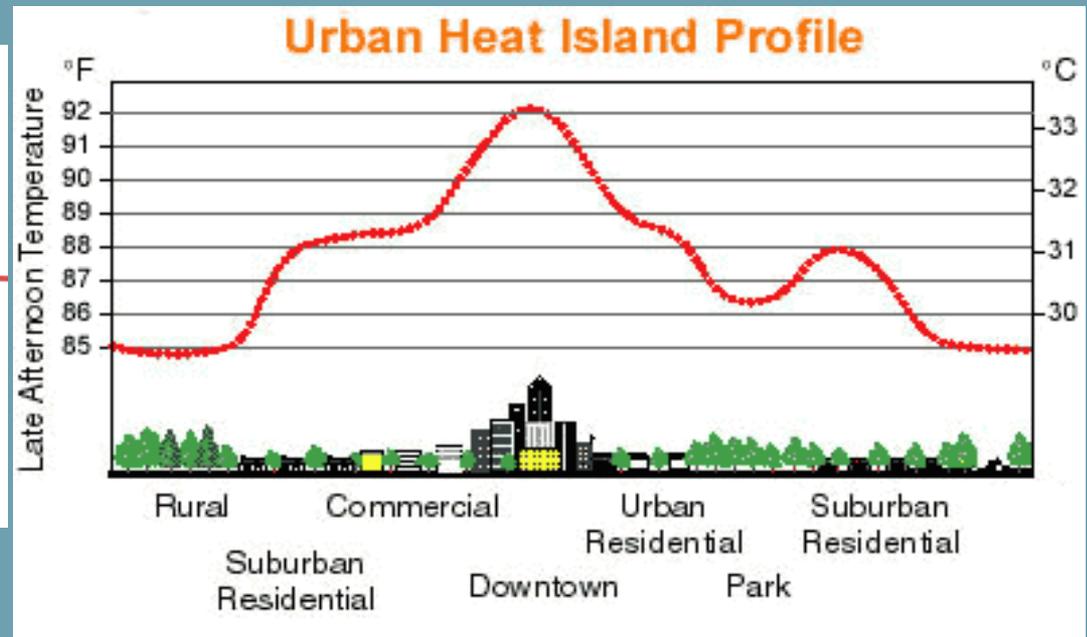
Conceptos básicos

- Las islas de calor urbano (ICU) o islas térmicas urbanas se refieren al gradiente térmico que se observa entre los espacios urbanos densamente ocupados y construidos y la periferia rural o peri-urbana.
- Este patrón o gradiente térmico se asocia a una progresiva pérdida del entorno vegetal natural, intra y peri urbano, substituyéndolo por superficies impermeables, como el concreto, asfalto, ladrillo y otros materiales de construcción, que alteran el balance hídrico y radiativo superficial, induciendo en consecuencia, un aumento de la temperatura en las áreas urbanas (EPA 2009, Córdoba, 2011).



Perfil típico de la Isla de calor urbano-ICU.

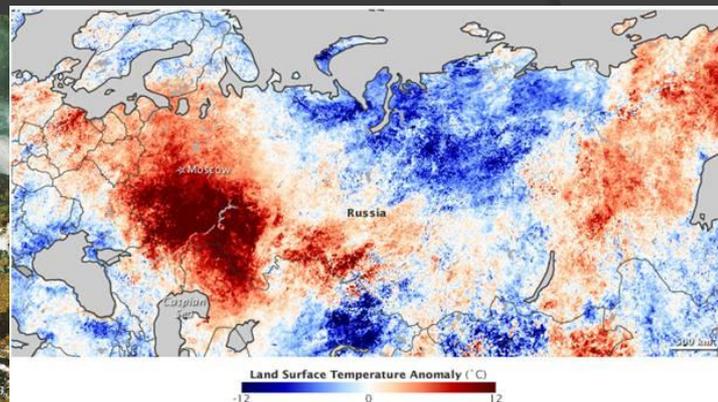
Fig.1 Perfil típico de la isla de calor.



Fuente: Urban Heat Island Basics, 2009, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, U.S. EPA

Olas de Calor e islas de calor urbano-ICU.

- En los últimos años olas de calor cada vez más intensas afectaron importantes ciudades norteamericanas y europeas (2003-2010).
- Estas circunstancias son preocupantes, debido precisamente a que la intensidad de los eventos extremos de calor en el planeta ha ido en aumento en las últimas décadas (Arndt, D.S et al 2010),
- y se estima que podría aumentar significativamente tanto en frecuencia como en intensidad en el siglo 21 (Meehl and Tebaldi, 2004).



Ola de Calor, isla Térmica y calima

- La ocurrencia de estos eventos de calor (que se intensifican por la formación de la isla térmica urbana), sucede en la mayoría de los casos durante la temporada de verano en las latitudes subtropicales o en la época de sequía en las latitudes tropicales.
- En consecuencia, estos eventos de calor se acompañan también, de una alta incidencia de incendios forestales y otros fenómenos atmosféricos como la calima por el
- aumento de material particulado en suspensión y la intensificación del smog por los humos de incendios, ocasionando un incremento en la morbilidad y mortalidad por patologías asociadas al calor, cuadros alérgicos y respiratorios (CDC, 2010).
- <http://www.bt.cdc.gov/disasters/wildfires/espanol/>

Fig.6 Caracas bajo humo y calima. Sector Los Palos Grandes



Fuente: El Universal, Galería Fotográfica, Marzo-2010.

Calor extremo y riesgos para la salud.

- Ello significa que los riesgos a la salud derivados del calor extremo se incrementarán, y por las condiciones particulares de la climatología local (la formación de la isla térmica), los espacios urbanos serán particularmente vulnerables a la ocurrencia de estos eventos.
- El calor extremo se define como temperaturas que se sitúan en 10 grados o más por encima de la temperatura alta promedio para una región y permanecen así por varias semanas (CDC, 2010).
- El calor extremo puede ocasionar diversas afecciones que van desde las quemaduras de piel, calambres, agotamiento, insolación, golpe de calor.
- Según el Centro para el Control de Enfermedades o CDC y la FEMA, las patologías por calor excesivo más comunes son:
 - *-Calambres por calor: Espasmos musculares (calambres), transpiración intensa, fatiga, temperatura del cuerpo ligeramente elevada.*
 - *-Agotamiento por calor: Debilidad extrema, agotamiento, cefalea, mareos, náuseas, sudoración profusa, piel fría, temperatura del cuerpo ligeramente elevada, pulso rápido, a veces se desarrolla un estado comatoso (inconsciencia).*
 - *-Golpe de calor: Transpiración interrumpida, piel seca y caliente, cefalea, náuseas, confusión, marcha tambaleante, temperatura extremadamente elevada, colapso, riesgo de muerte (FEMA, 2010).*
<http://www.bt.cdc.gov/disasters/extremeheat/es/heatguide.asp>

Materiales y métodos.

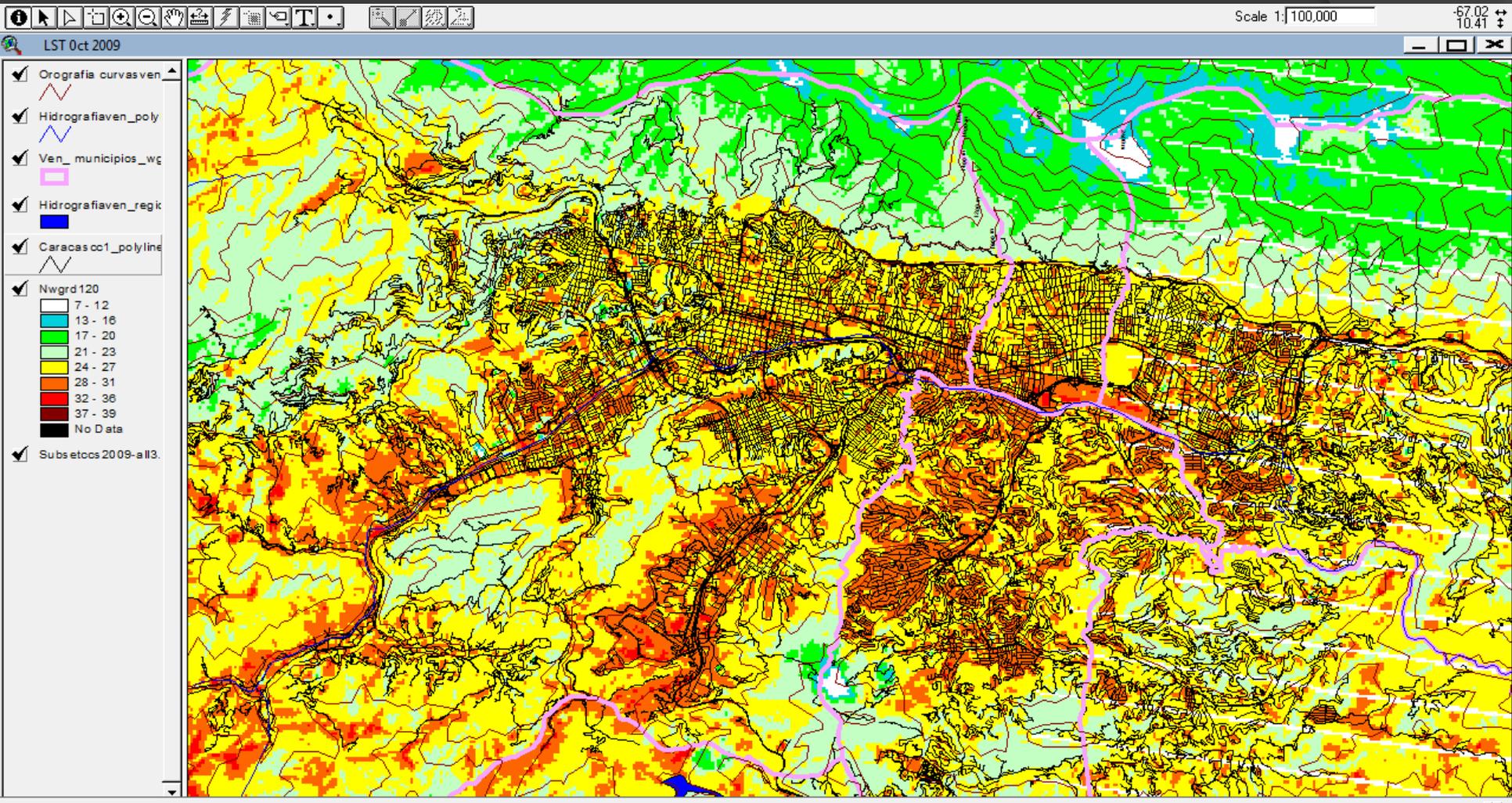
- A LOS EFECTOS DE ESTE TRABAJO
- SELECCIONARON DOS IMÁGENES LANDSAT 7 ETM+ CORRESPONDIENTES AL PERIODO HÚMEDO EN OCTUBRE-2009, Y AL PERIODO SECO EN MARZO DEL 2010
- LA SERIE LANDSAT (LANDSAT-7 ETM +) CONTIENE UNA BANDA TERMAL QUE RECOGE DATOS EN LA LONGITUD DE ONDA DE 10.40 -12.50 μ M.
- ESTA BANDA PUEDE SER CONVERTIDA A TEMPERATURA UTILIZANDO LA INFORMACIÓN DE CALIBRACIÓN DEL MANUAL DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA LANDSAT 7 ETM +. (LANDSAT-7 USER'S HANDBOOK, 2011).
- PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO SE PROCEDIÓ A LA TRANSFORMACIÓN DE LOS DN DE LOS PÍXELES DEL SUBSET, PARA LA BANDA TÉRMICA (6-2 HIGH GAIN) EN RADIANZA O REFLECTANCIA UTILIZANDO (L λ) EC. (1).
- EC.1 $L\lambda = GAIN \times DN + OFFSET$

- DONDE:
- (L λ): ES LA RADIANZA ESPECTRAL DE LOS PÍXELES DE LA BANDA TÉRMICA EXPRESADOS EN W/(M²· SR·MM),
- GAIN/DN ES LA VARIACIÓN EN LA FUNCIÓN DE CONVERSIÓN RADIANZA/DN SEGÚN EL VALOR DE LOS PÍXELES DE LA IMAGEN,
- DN: ES EL VALOR DE UN DETERMINADO PÍXEL (0-255), Y OFFSET ES LA INTERCEPCIÓN DE LA FUNCIÓN DE CONVERSIÓN DE RADIANZA/DN.
- LOS VALORES DE GANANCIA (GAIN) Y COMPENSACIÓN (OFFSET) PUEDEN SER ENCONTRADOS EN LA METADATA DE LA IMAGEN. EC.2
- LOS VALORES DE RADIANZA PARA LA BANDA TÉRMICA DE LANDSAT 7 ETM+, FUERON TRANSFORMADOS A TEMPERATURA SUPERFICIAL RADIANTE EN °C CENTÍGRADOS, USANDO LAS CONSTANTES DE CALIBRACIÓN DEL LANDSAT-7 SCIENCE DATA USER'S HANDBOOK-CHAPTER 9, SEGÚN LA EC.2:
- $$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$
- DONDE T_s ES LA TEMPERATURA EFECTIVA DEL SATÉLITE EN K, K₁ Y K₂ SON CONSTANTES DE CALIBRACIÓN (PRE-LANZAMIENTO), PARA LANDSAT 7 ETM +:
- K₁ = 666.09 W/(M².SR.μM) Y K₂= 1281. 71K.
- .

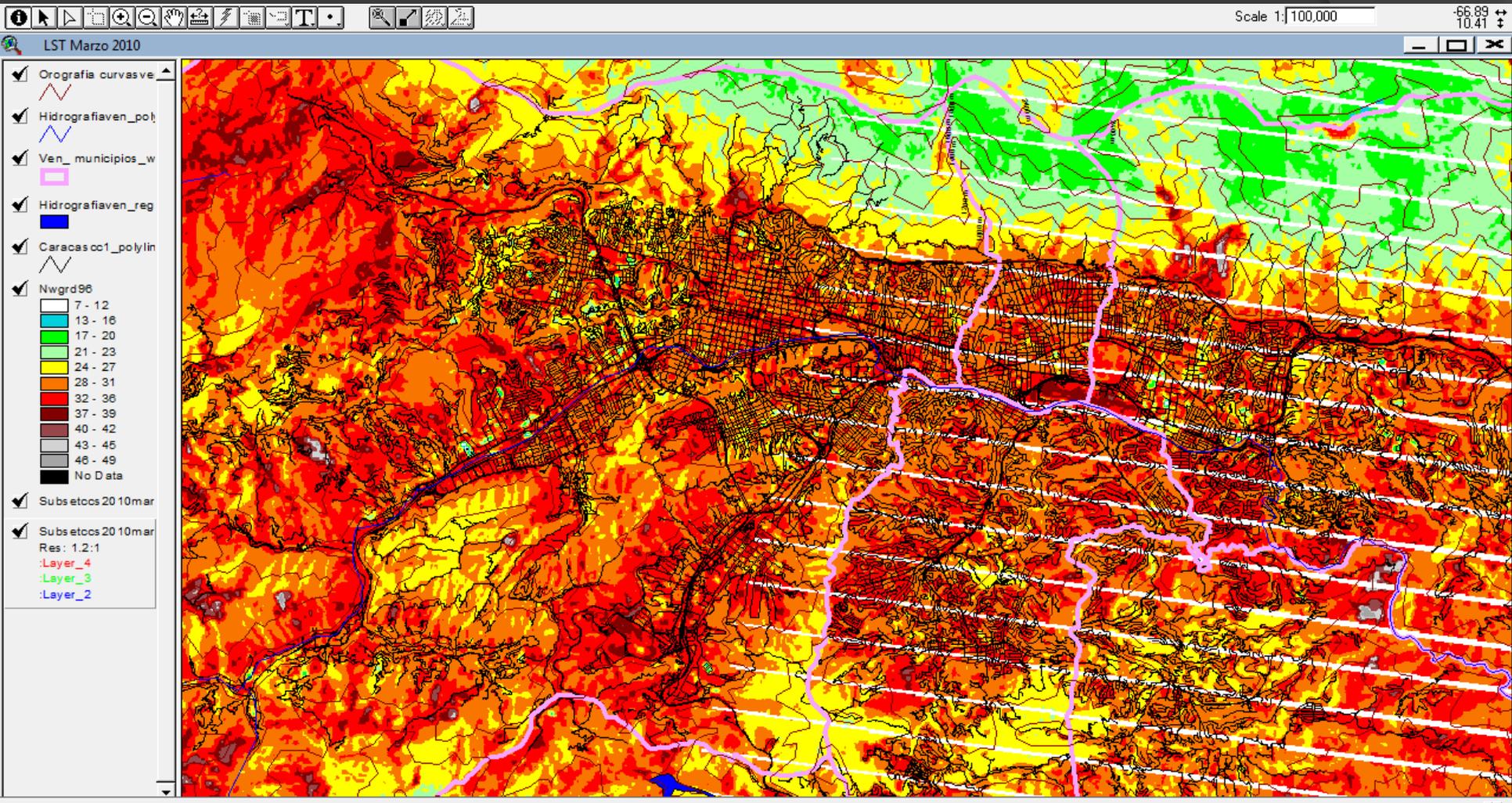
Resultados y Discusión:

- Las imágenes LANDSAT-7 ETM+ analizadas (Octubre-2009 y Marzo-2010), mostraron importantes diferencias en la temperatura superficial registrada en el área urbana y la zona peri-urbana entre el periodo húmedo y el periodo seco, registrándose una anomalía positiva de +10°C en Marzo de 2010 respecto a Octubre de 2009.
- En efecto al analizar comparativamente los registros de temperatura superficiales entre las dos imágenes se observa, que los valores máximos de temperatura superficial en el mes de Octubre de 2009 alcanzan hasta los 39 °C, en tanto que en Marzo del 2010 los valores máximos llegan hasta los 49°C.
- Los sectores con temperaturas superficiales entre 24 -27 °C predominantes en la ciudad en el periodo húmedo , pasan a rangos entre 28-31 °C durante el evento de calor de Marzo de 2010, del mismo modo los sectores del oeste y sur oeste de la ciudad con rangos de temperatura entre 28 -31 °C registran un incremento entre 32 a 36°C.
- Ello supone una situación ambiental y de salud delicada frente a eventos extremos de sequias o calor, precisamente en el municipio libertador donde se concentra la mayor cantidad de población de la ciudad (67%), así como los sectores de más bajos ingresos (Alcaldía Metropolitana, 2010).

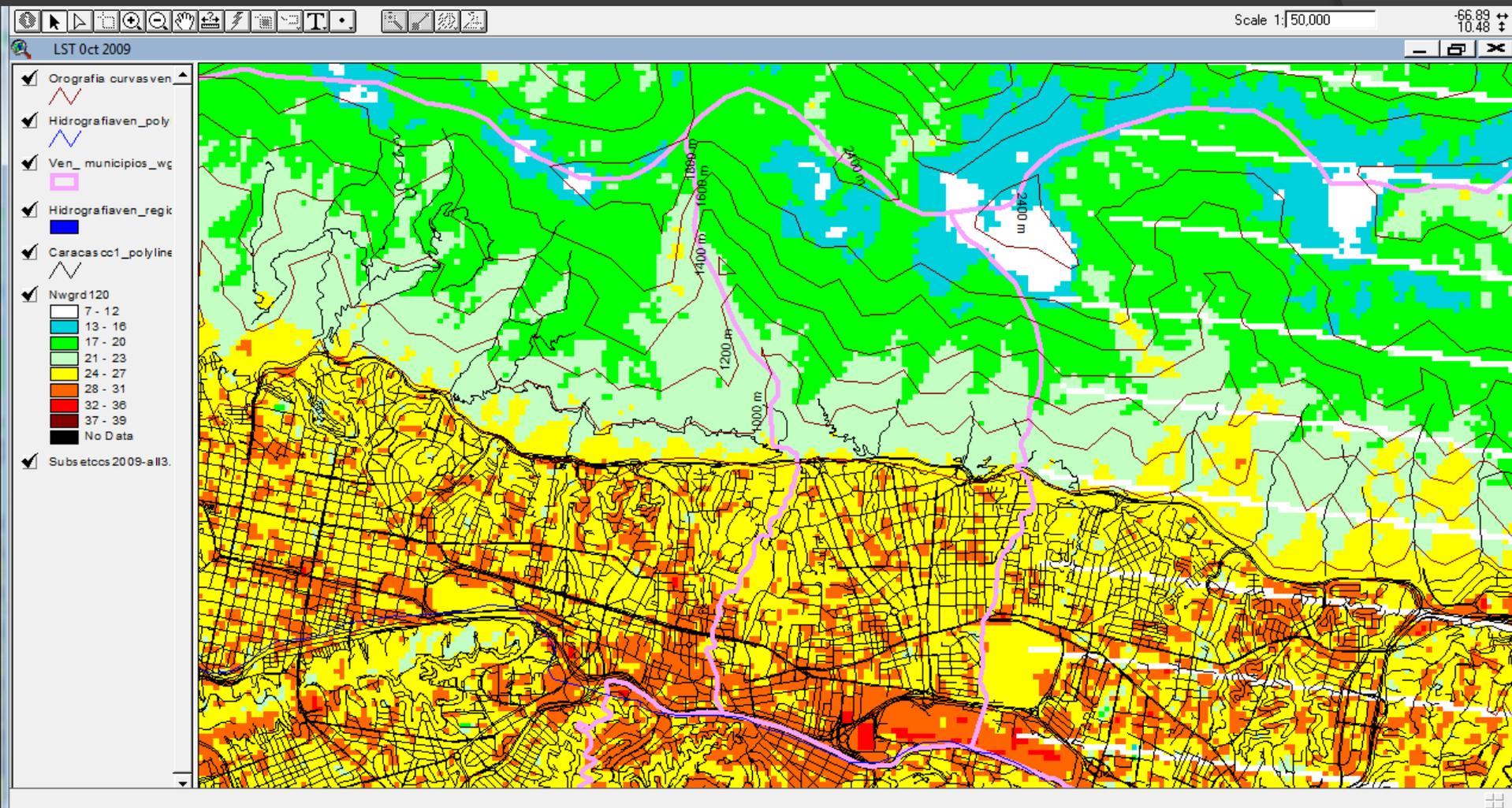
LST. Octubre 2009



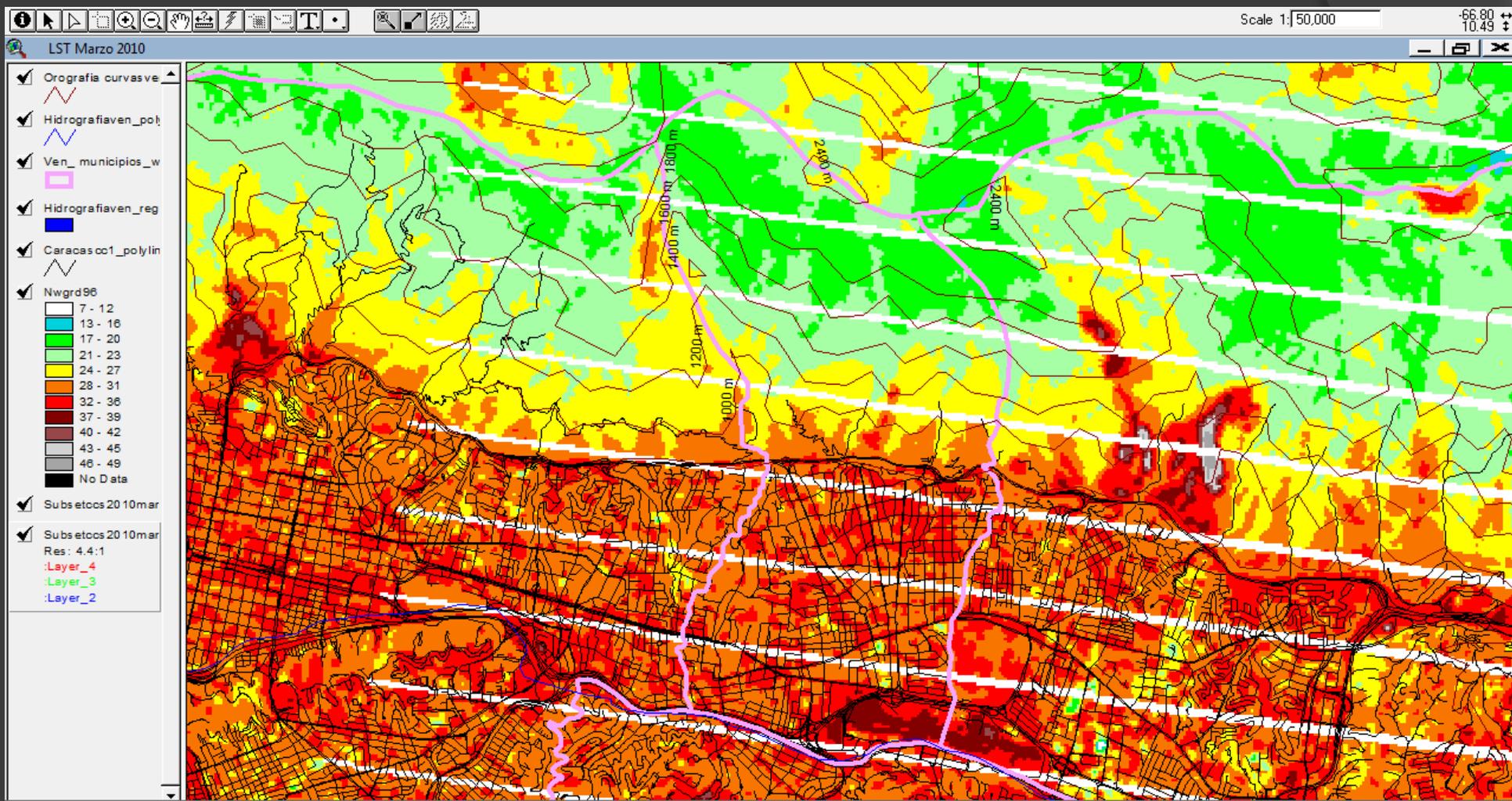
LST. Marzo 2010.



Detalle. LST Octubre 2009.



LST. Marzo 2010.



Conclusiones:

- En el año 2010 importantes anomalías climáticas fueron registradas en todo el planeta. Según las estimaciones de la Organización Mundial de Meteorología-OMM, la década de 2001-2010 es también la más cálida de la que se tiene registro, siendo el año 2010, uno de los años más cálidos desde 1998 (OMM, 2010, 2011).
- En marzo del 2010 casi la totalidad de la ciudad muestra anomalías térmicas importantes, los sectores del oeste y sur-oeste de la ciudad en el municipio Libertador son las zonas más afectadas por las altas temperaturas y la ocurrencia de incendios en las zonas peri-urbanas.
- Las densas nubes de humos generados por los incendios forestales, irritan las mucosas de nariz, ojos y bronquios, provocando reacciones alérgicas y afecciones respiratorias (OMS, 1999).
- Significativos aumentos de temperatura se observaron en todo el valle de Caracas, inclusive en sectores de menor densidad constructiva y con mayor presencia vegetal.
- Aun en la zona norte de la ciudad que se beneficia de la proximidad del parque nacional el Ávila-Guaraira Repano y, donde en condiciones normales las temperaturas se mantienen más frescas (24-27°C), se observo un incremento significativo entre 28-31°C.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Alcaldía Metropolitana (2010) *Avance del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020*, Instituto Metropolitano de Urbanismo, Mesa de Análisis, Caracas, Septiembre, 2010. [Online] <http://imutc.org/portal/>
- Arndt, D. S., M. O. Baringer, and M. R. Johnson, Eds. (2010): State of the Climate in 2009. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 91 (7), S1–S224.
- Bell et al. (2008) Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*; 37:796–804, doi:10.1093/ije/dyn094.
- Córdova, Karenia (2011) Spatial Geotechnology applied to urban climate studies: Thermal analysis of urban surface and urban land use in the city of Caracas, *Urban Climate News, ISSUE N° 39 MARCH 2011*, pp 15-21, Marzo, 2011.
- CDC (2010) Calor extremo: guía de prevención para promover su salud y seguridad, [Online]: <http://www.bt.cdc.gov/disasters/extremeheat/es/heatguide.asp>
- Dhainaut1, Jean-François et al (2004) Unprecedented heat-related deaths during the 2003 heat wave in Paris: consequences on emergency departments, *Critical Care* 2004, 8:1-2 (DOI 10.1186/cc2404), [Online]: <http://ccforum.com/content/8/1/1>
- EPA (2009) Urban Heat Island Basics, Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Environmental Protection Agency, U.S, [Online]: <http://www.epa.gov/hiri/resources/compendium.htm>
- FEMA (2010). Riesgo por Calor. Manual de ayuda, [Online]: <http://www.fema.gov/esp/riesgo/calor/index.shtm>
- IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 2008, 104 págs. ISBN 92-9169-322-7.
- Meehl, G and Tebaldi, C (2004). More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Waves in the 21st Century, *Science*. 2004 Aug 13; 305(5686):994-7.
- National Aeronautics and Space Administration- NASA (2010). *LANDSAT-7 SCIENCE DATA USER'S HANDBOOK*, Chapter 9 - Calibration Parameter File. [Online] http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf
- Ribeiro Sobral, Helena (2005). Heat island in Sao Paulo, Brazil: Effects on health, *Critical Public Health, June 2005; 15(2): 147–156*.
- Sosa, Maria Eugenia, Siem, Geovanni, Hobaica, Maria Elena (2004). *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico*. Publicación del Instituto de Desarrollo experimental de la Construcción- IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo- FAU, Universidad Central de Venezuela- UCV, 160 pp, Caracas Venezuela, ISBN: 980-00-2184-1.
- United Nations (2009). World urbanization prospects: The 2009 revision. [Online]: <http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>
- UN-Habitat (2011). *Global Report on Human Settlements 2011. Cities and Climate Change*, 68 pp, version en español: ISBN Number: (Volume) 978-92-1-132330-6, Rio de Janeiro, Brasil.
- Voogt, J.A., Oke. T.R. (2003) Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*. 86, 370-384.
- OMM (2004). *Statement on the status of the global climate in 2003*. No. 966, 2004, World Meteorological Organization, ISBN 92-63-30966-3.
- OMM (2010). *Statement on the status of the global climate in 2009*. N° 1055, 2010, World Meteorological Organization, ISBN 978-92-63-31055-2.
- OMM (2011). *Statement on the status of the global climate in 2010*. N° 1074, 2011, World Meteorological Organization, ISBN 978-92-62-31074-3.
- OMS (1999) Guías de salud para incendios de vegetación, OMS Ginebra, 1999.